

Interreg
Caraïbes

Fonds européen de développement régional



SARG'COOP
Programme caribéen de coopération de
lutte contre les algues sargasses



Sistema satelital de alerta temprana de
Sargazo dentro del Sistema de
información y análisis marino-costero

*Satellite-based early warning of Sargassum
system within the Marine-Coastal
Information and Analysis System*



CONABIO

Dr. Sergio Cerdeira Estrada

Subcoordinador de Monitoreo Marino
CONABIO, México

24 octubre 2019



ANTECEDENTES

El acelerado incremento de la información y el conocimiento sobre el medio marino a través de mediciones in-situ, satelitales y modelos, ...

... la falta de tecnología para monitorear eventos extremos en el mar y sus costas, ...

... el poco acceso a los datos e información derivada, ...

... la falta de interconectividad entre los datos con diferentes formatos, ...

... y la dispersión de las diversas fuentes de información de las instituciones de gobierno, academia y sociedad civil, ...

... NO han permitido utilizar todo los datos y el conocimiento marino-costero existente de los mares mexicanos de manera integral.

Desde 1992 la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) como **organización de investigación aplicada del Gobierno de México** ha venido generando inteligencia sobre nuestro capital natural a través del fortalecimiento del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de México (SNIB).

Desde el 2009 ha enfocado los esfuerzos en establecer alianzas nacionales e internacionales para apoyar los temas de **monitoreo marino**.



Para el año 2018 la CONABIO crea el Sistema de Información y Análisis Marino-Costero



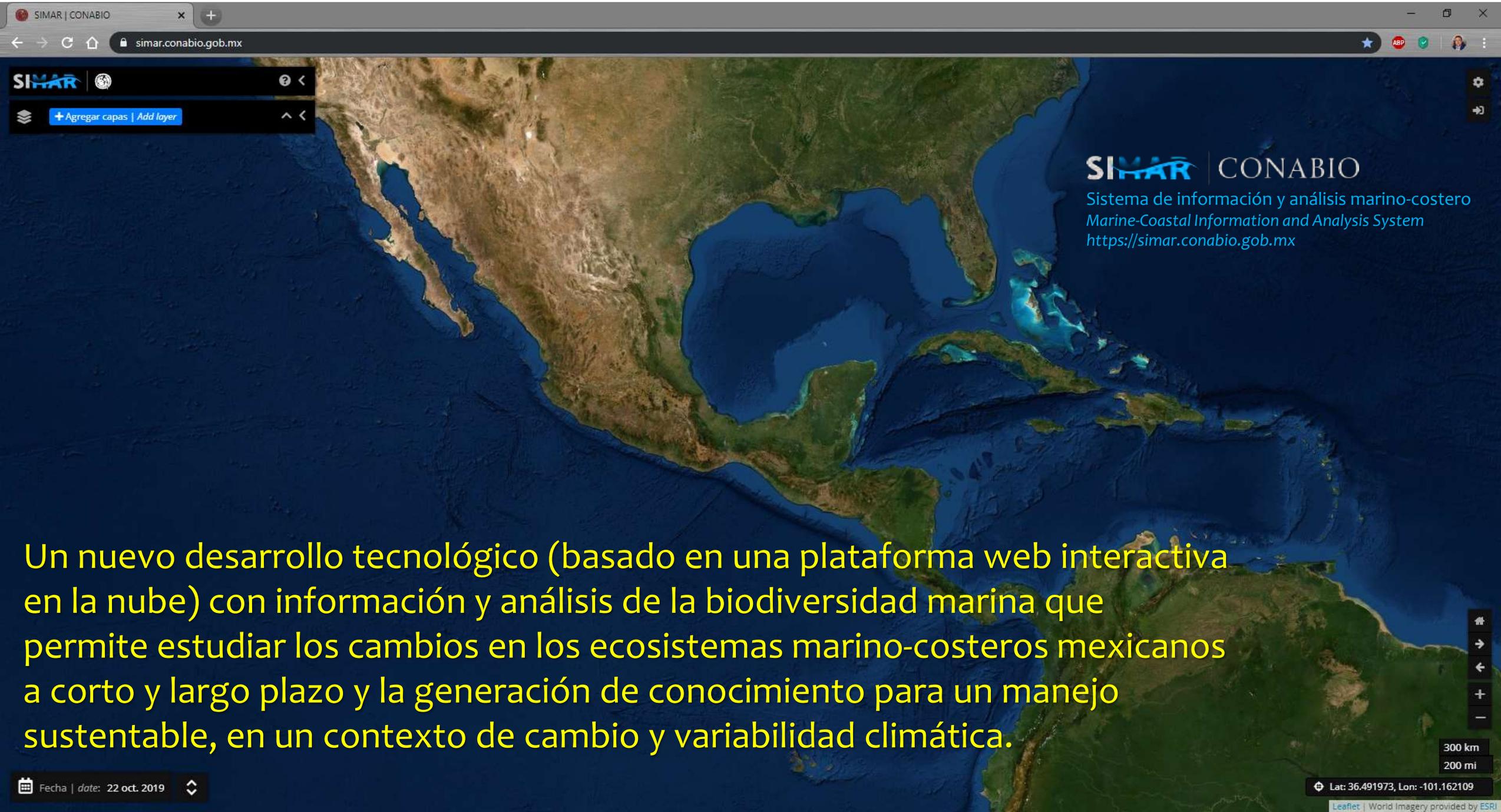
Sistema de información y análisis marino-costero
Marine-Coastal Information and Analysis System

OK



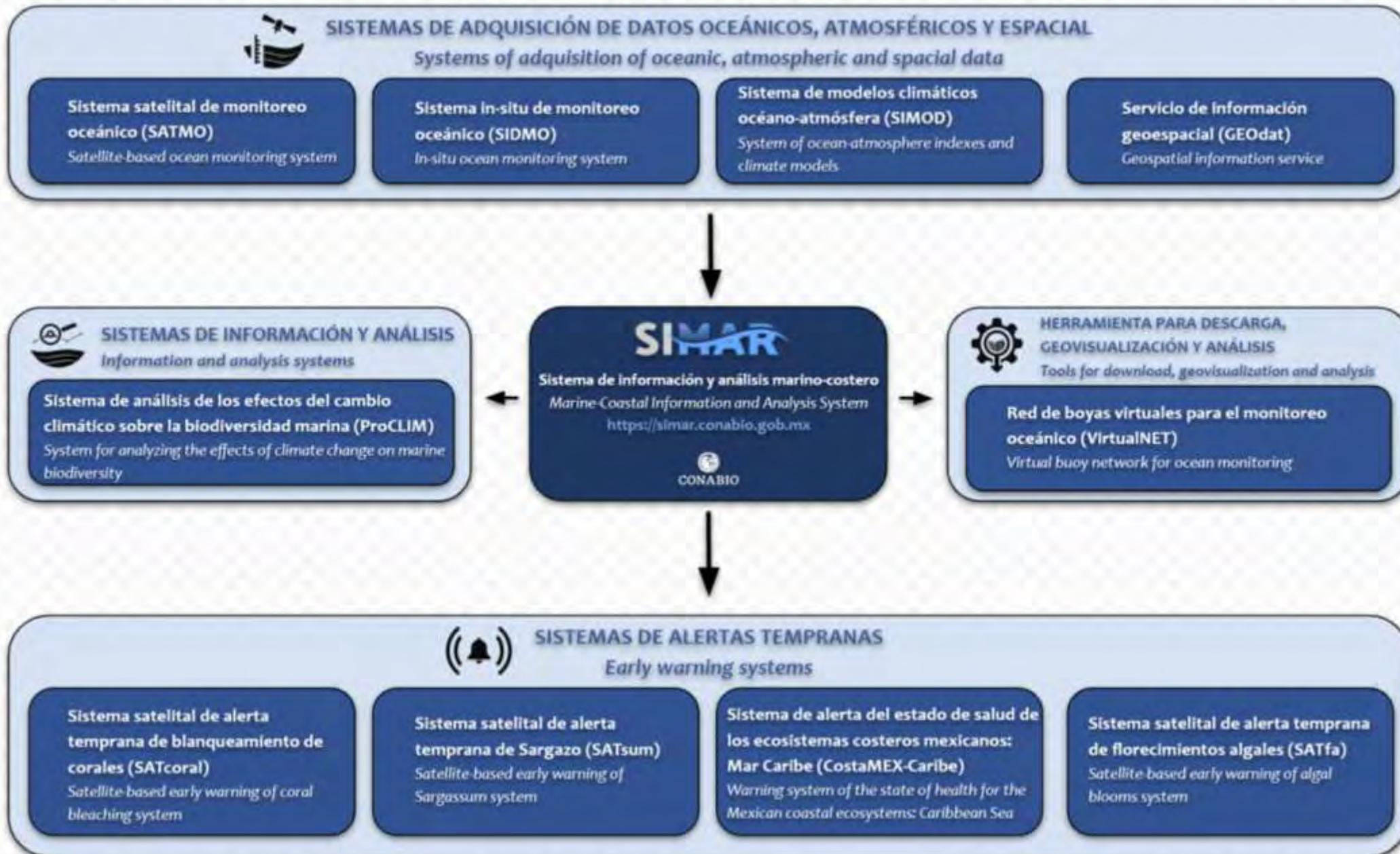
CONABIO

SIMAR se encuentra en fase de desarrollo: para contar con la versión más reciente actualice la página utilizando Ctrl + F5 en su teclado.



Un nuevo desarrollo tecnológico (basado en una plataforma web interactiva en la nube) con información y análisis de la biodiversidad marina que permite estudiar los cambios en los ecosistemas marino-costeros mexicanos a corto y largo plazo y la generación de conocimiento para un manejo sustentable, en un contexto de cambio y variabilidad climática.

Diagrama de la concepción y funcionalidad de SIMAR



SIMAR

Sistema de información y análisis marino-costero

Marine-Coastal Information and Analysis System

<https://simar.conabio.gob.mx>



SISTEMAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS OCEÁNICOS, ATMOSFÉRICOS Y ESPACIAL

Systems of acquisition of oceanic, atmospheric and spacial data

**Sistema satelital de monitoreo
oceánico (SATMO)**

Satellite-based ocean monitoring system

**Sistema in-situ de monitoreo
oceánico (SIDMO)**

In-situ ocean monitoring system

**Sistema de modelos climáticos
océano-atmósfera (SIMOD)**

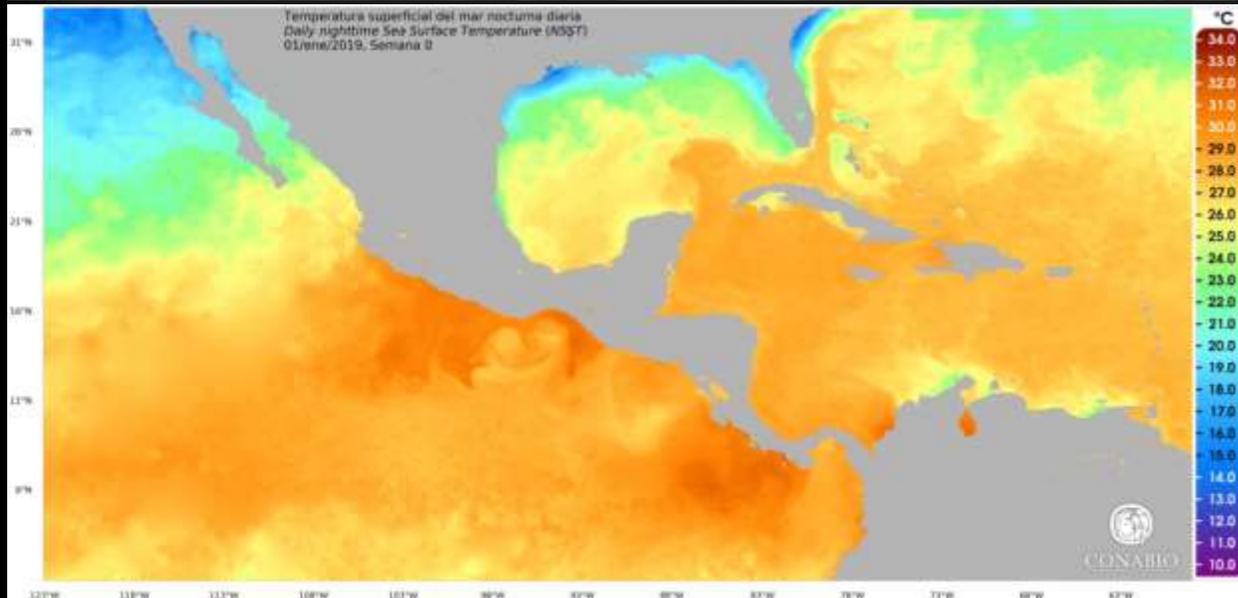
*System of ocean-atmosphere indexes and
climate models*

**Servicio de información
geoespacial (GEOdat)**

Geospatial information service



SATMO
Sistema satelital de monitoreo oceánico
Satellite-based ocean monitoring system



A partir de un sistema de antena virtual (SAV) para recibir imágenes satelitales.

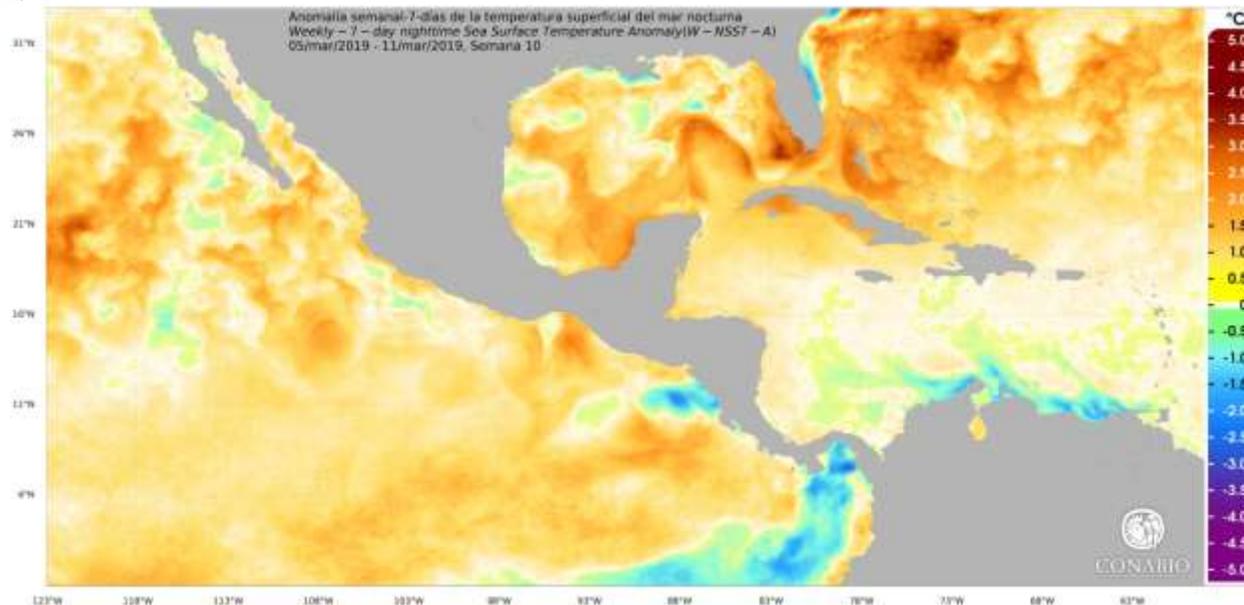
TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR
Nocturna - Diaria - 1 km
Daily nighttime Sea Surface Temperature (NSST)

1 ene 1985 - 31 may 2002
Remuestreado de 5 km a 1 km
Fuente: *The Operational Sea Surface Temperature and Ice Analysis (OSTIA) system, MetOffice*

1 jun 2002 - día de hoy
1-km
Fuente: *JPL MUR MEaSURES Project. 2015. GHRSSST Level 4 MUR Global Foundation Sea Surface Temperature Analysis (v4.1). Ver. 4.1. PO.DAAC, CA, USA*

Se derivan productos oceánicos satelitales estadísticos: promedios semanales, mensuales, anuales y globales, mínimo, máximo, rango, desviación estándar y tendencias.
 Se generan además anomalías semanales y mensuales basados en una climatología semanal y mensual.

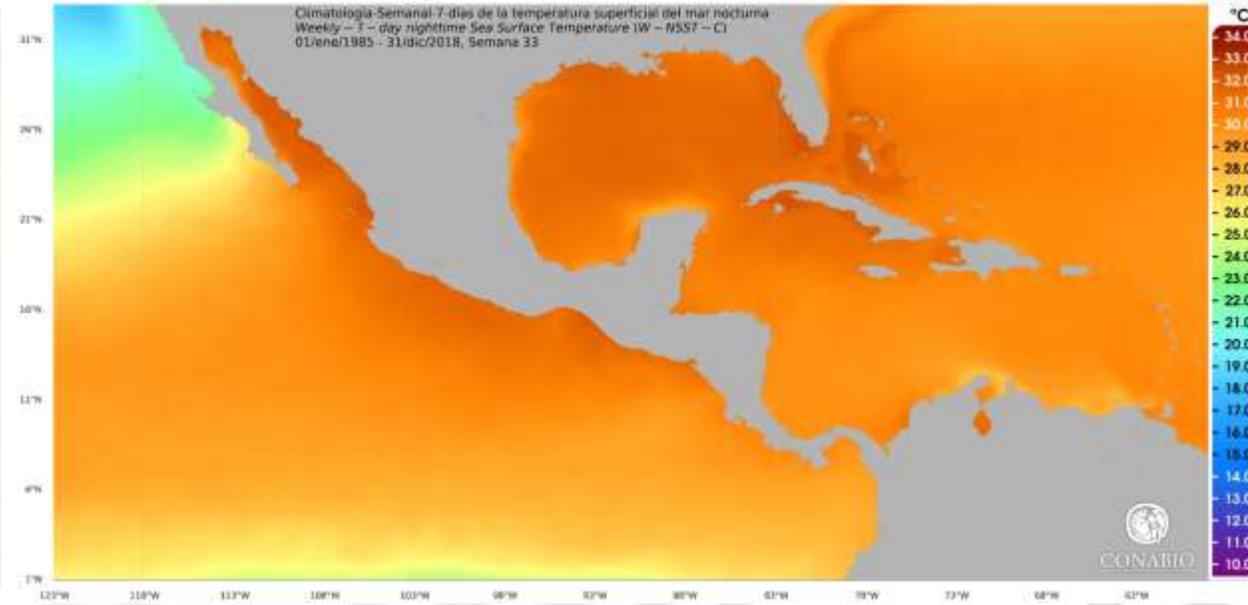
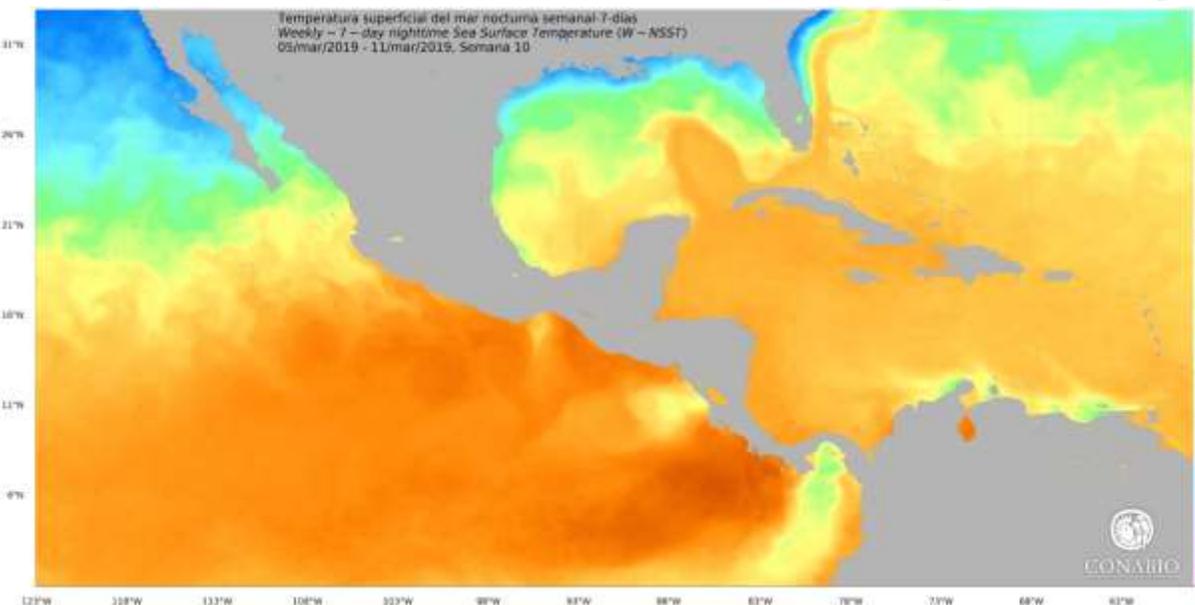
Temperatura superficial del mar nocturna semanal-7-días
 Weekly-7-day nighttime Sea Surface Temperature (W-NSST)
 (1-km, Semana 10, 2018)

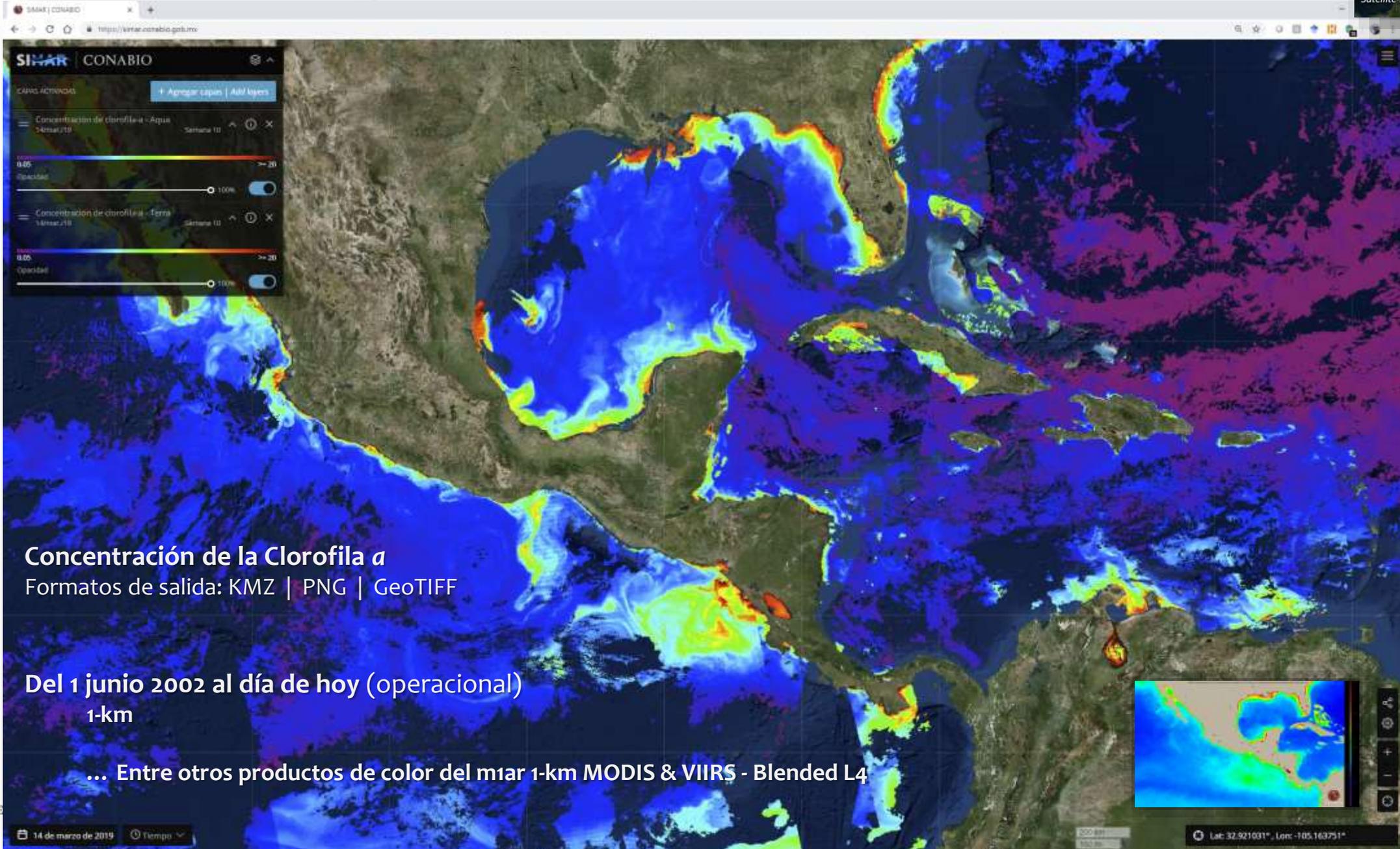


Anomalía semanal-7-días de la temperatura superficial del mar nocturna
 Weekly-7-day nighttime Sea Surface Temperature Anomaly (W-NSST-A)
 (1-km, Semana 10, 2018)

$$[W-NSST-A] = [W-NSST] - [W-NSST-C]$$

Climatología-Semanal-7-días de la temperatura superficial del mar nocturna
 Weekly-7-day nighttime Sea Surface Temperature Climatology (W-NSST-C)
 (1-km, 1985-2018, 34 años)



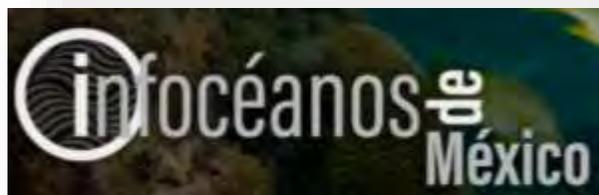


Concentración de la Clorofila a

Formatos de salida: KMZ | PNG | GeoTIFF

Del 1 junio 2002 al día de hoy (operacional)
1-km

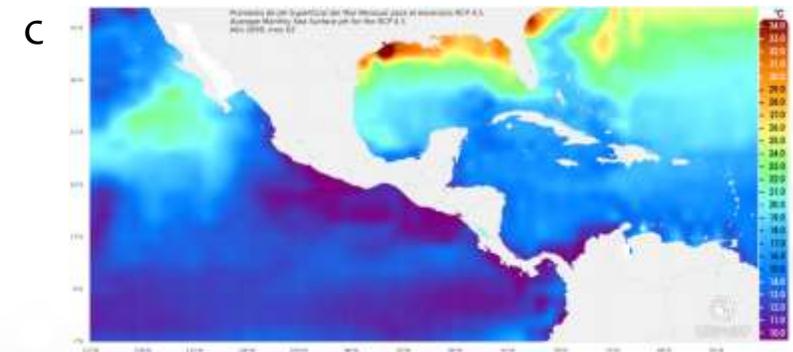
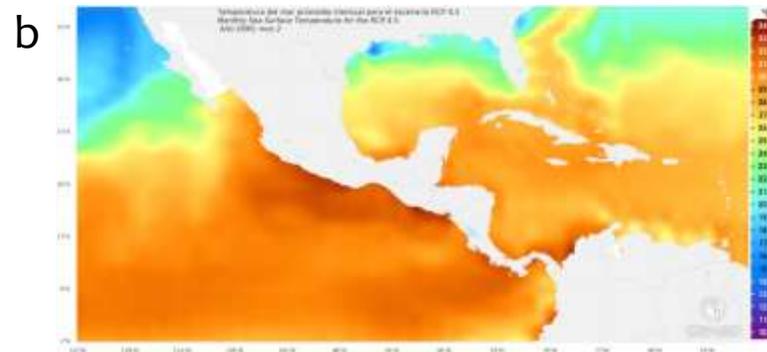
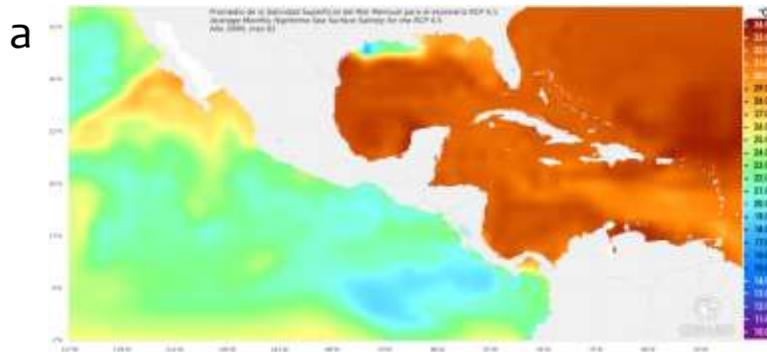
... Entre otros productos de color del mar 1-km MODIS & VIIRS - Blended L4



El SIDMO no está aún operacional sino en fase de desarrollo e implementación.



El **SIMOD**, que continúa en desarrollo, se presentan modelos del clima regional y global proveniente de investigaciones internacionales. Se incluyen índices climáticos globales, modelos meteorológicos y climatológicos, proyecciones bajo escenarios de emisiones de cambio climático, y climatologías de la temperatura del mar a diferentes profundidades



Ejemplo de productos del SIMOD

Proyección de parámetros mensuales en Febrero 2099 bajo el escenario de emisiones RCP 4.5:

a: salinidad superficial del mar

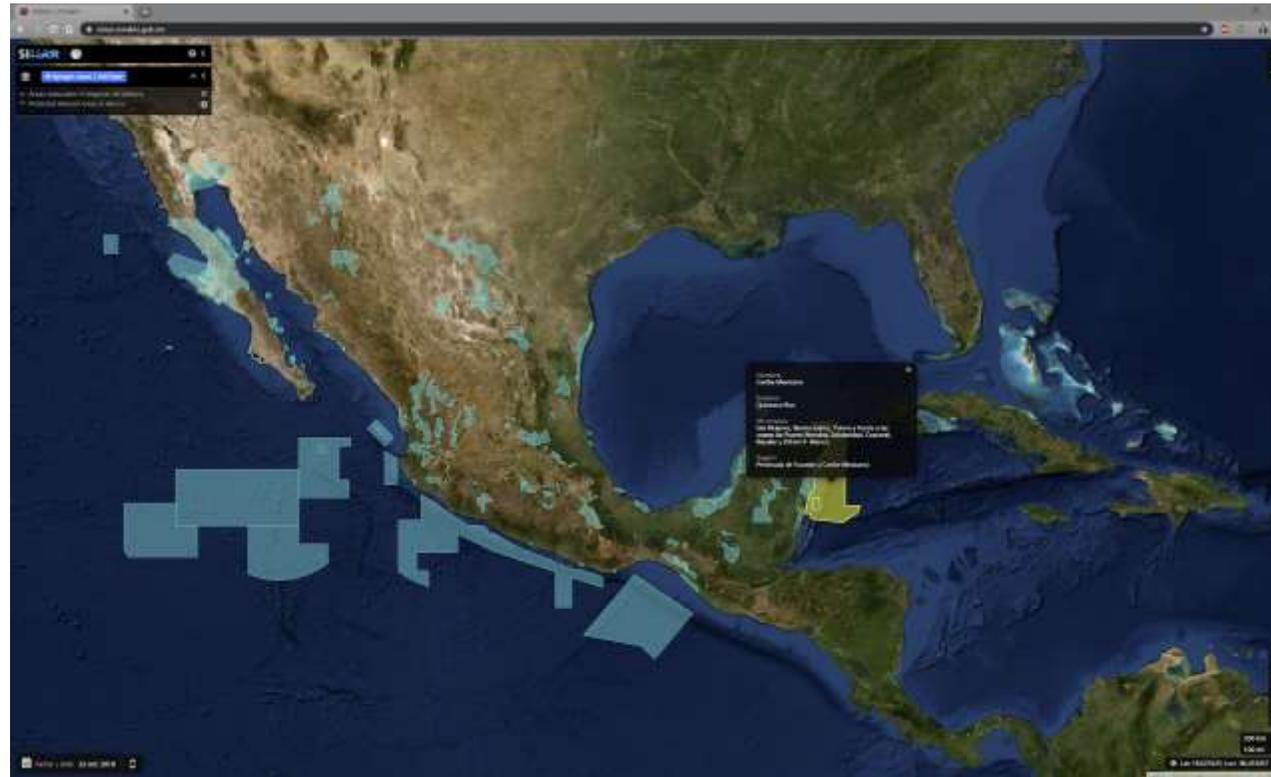
b: temperatura superficial del mar

c: pH en la superficie del mar

... utilizando el **modelo de circulación general atmósfera-océano acoplado HadGEM2-ES** desarrollado por el Met office Hadley Centre for Climate Science and Services, para simular la evolución del clima en mares mexicanos (2005-2099).



Se incluye el **Servicio de información geoespacial (GEOdat)** que incluirá paulatinamente diversas bases cartográficas de capas vectoriales o raster con información geoespacial de diferentes fuentes que se emplearán luego en SIMAR para hacer análisis geoespacial.



Ejemplo de producto en GeoDAT. Capa vectorial con las Áreas Naturales Protegidas de México.



SIMAR

Sistema de información y análisis marino-costero

Marine-Coastal Information and Analysis System

<https://simar.conabio.gob.mx>



SISTEMAS DE ALERTAS TEMPRANAS

Early warning systems

Sistema satelital de alerta temprana de blanqueamiento de corales (SATcoral)

Satellite-based early warning of coral bleaching system

Sistema satelital de alerta temprana de Sargazo (SATsum)

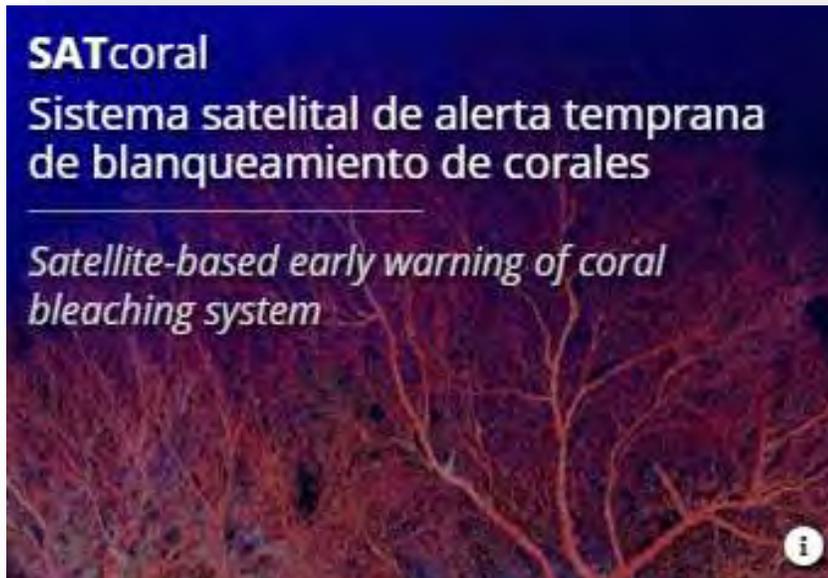
Satellite-based early warning of Sargassum system

Sistema de alerta del estado de salud de los ecosistemas costeros mexicanos: Mar Caribe (CostaMEX-Caribe)

Warning system of the state of health for the Mexican coastal ecosystems: Caribbean Sea

Sistema satelital de alerta temprana de florecimientos algales (SATfa)

Satellite-based early warning of algal blooms system



El **SATcoral** ya proporciona semanalmente (cada lunes) información relativa a la ocurrencia de eventos de blanqueamiento de corales asociado al estrés térmico en corales, utilizando datos satelitales de la temperatura superficial del mar nocturna.

Con esta información las áreas marinas protegidas cuentan con herramientas tecnológicas que les ayudan a la implementación efectiva de sus planes de manejo.

METODOLOGÍA

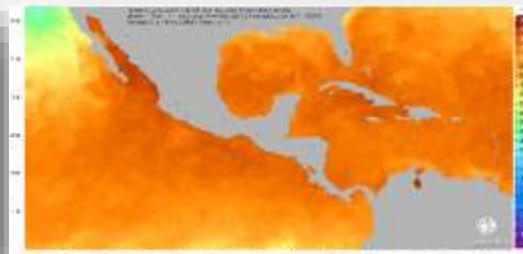
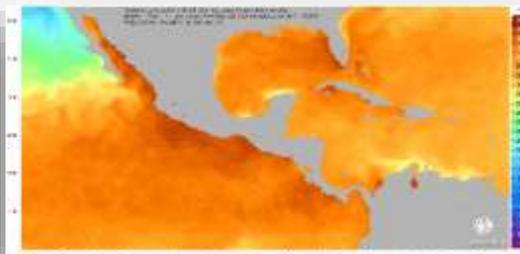
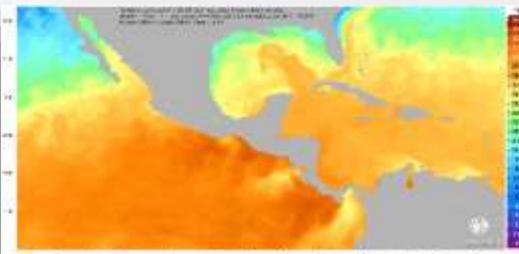
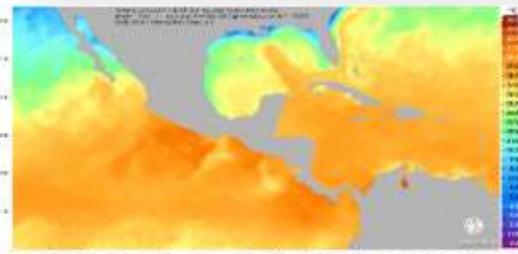
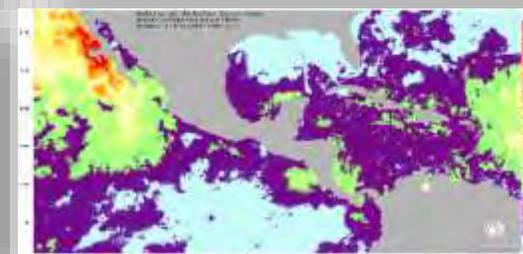
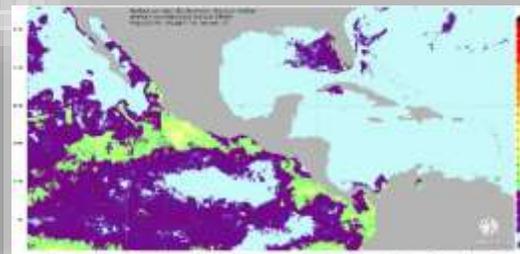
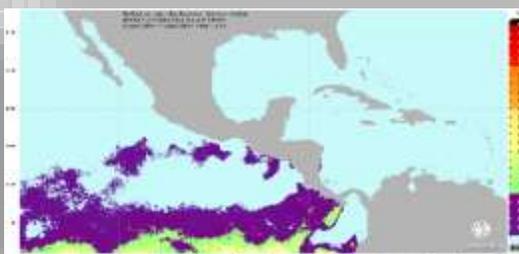
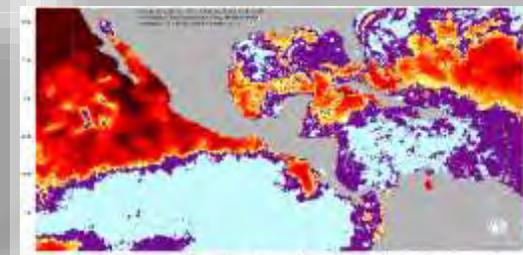
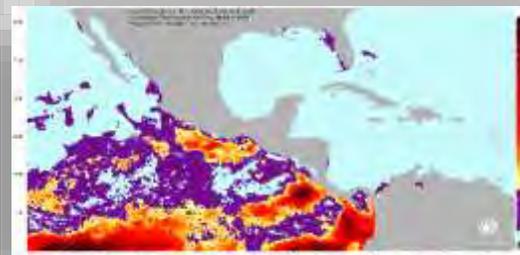
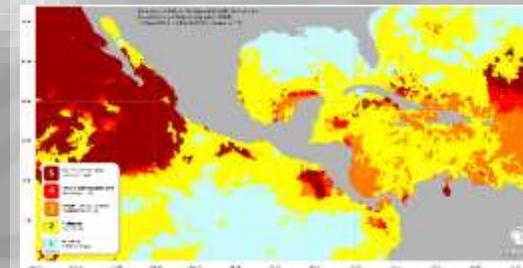
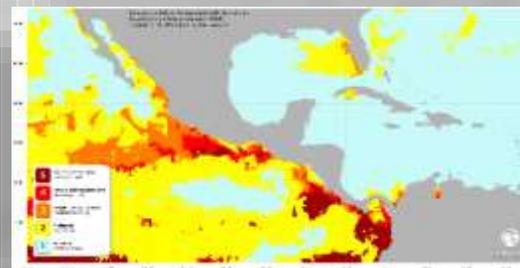
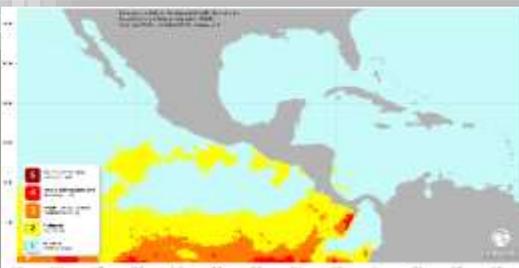
Basados en un algoritmo del Coral Reef Watch de NOAA pero a una mejor resolución espacial (de 1 km sobre los 5 km de NOAA), se generan semanalmente:

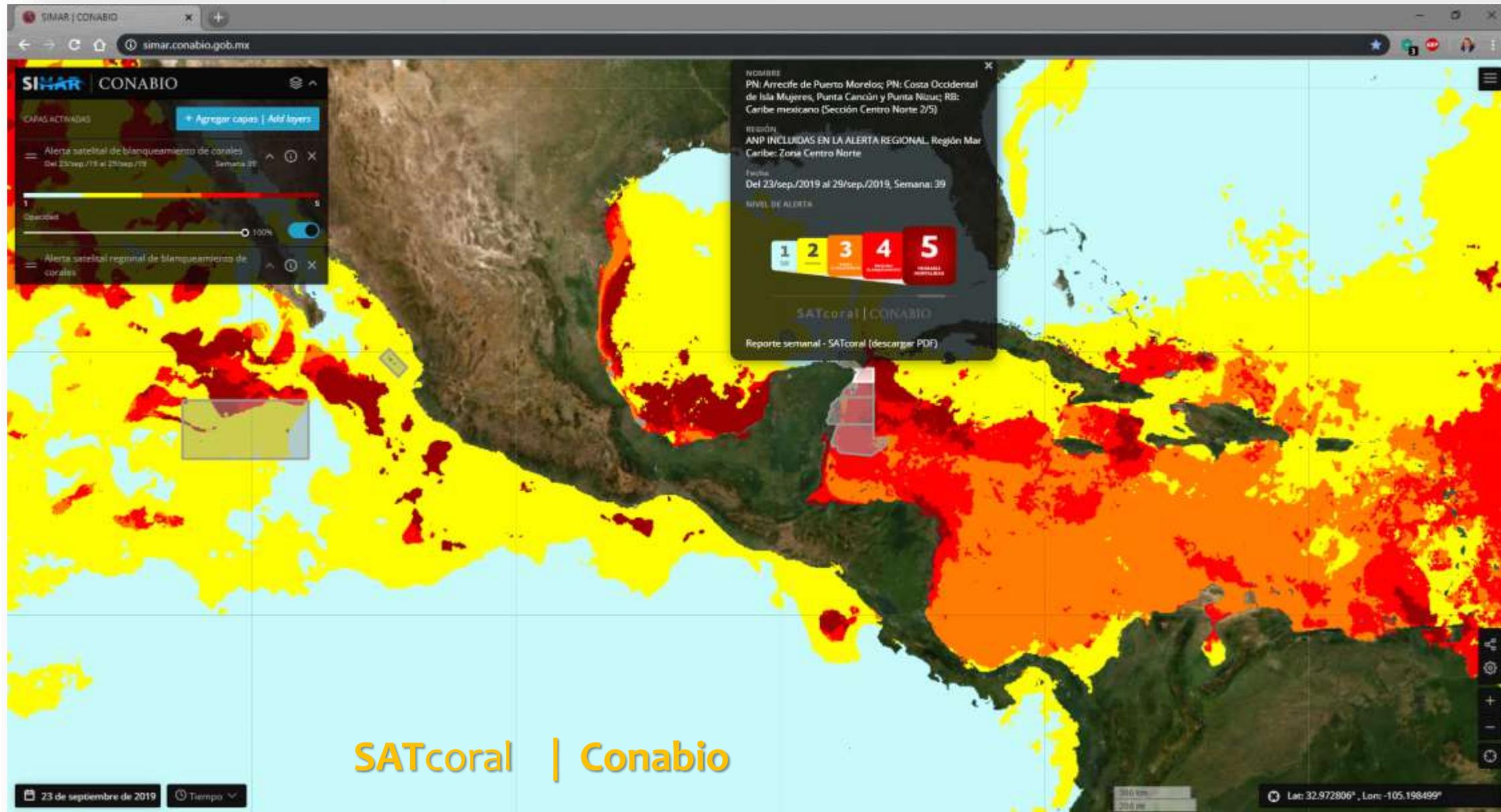
1. la temperatura superficial del mar nocturna 7-días-semanas-año (WY-NSST),
2. el HotSpot semanal de blanqueamiento de corales (WHS),
3. el Grado de calentamiento semanal sobre el coral (DHW),
4. los niveles de Alerta satelital de blanqueamiento de corales (SBA): sin estrés (Nivel 1 - azul), vigilancia (Nivel 2 - amarillo), posible blanqueamiento (Nivel 3 - naranja), probable blanqueamiento (Nivel 4 - rojo), y probable mortalidad (Nivel 5 - rojo-café), y
5. la Alerta satelital regional de blanqueamiento de corales (R-SBA), con los mismos niveles y colores, para áreas marinas protegidas.

Niveles de alerta satelital de blanqueamiento de corales (SBA)

Nivel / Level	Nivel de estrés (texto) / Stress Level (text)	Definición con parámetros satelitales / Definition with satellite parameters	Efecto debido al estrés térmico / Effect due to thermal stress
1	Sin estrés / <i>Without stress</i>	WHS <= 0 °C	No se esperan efectos directos de blanqueamiento de corales por estrés térmico / <i>Direct effects of coral bleaching due to thermal stress are not expected</i>
2	Vigilancia / <i>Monitoring</i>	0 °C < WHS < 1 °C	No se esperan efectos directos de blanqueamiento de corales por estrés térmico. Se recomienda vigilancia de corales / <i>Direct effects of coral bleaching due to thermal stress are not expected. Coral monitoring is recommended</i>
3	Posible blanqueamiento / <i>Possible Bleaching</i>	WHS >= 1 °C & 0°C < DHW < 4 °C	Advertencia de posibles eventos de blanqueamiento de corales / <i>Warning of possible coral bleaching events</i>
4	Probable blanqueamiento / <i>Bleaching Likely</i>	WHS >= 1 °C & 4 °C <= DHW < 8 °C	Alerta de probable eventos de blanqueamiento de corales / <i>Alert of likely coral bleaching events</i>
5	Probable mortalidad / <i>Mortality Likely</i>	WHS >= 1 °C & DHW >= 8 °C	Alerta de probable mortalidad de corales / <i>Alert of likely coral mortality events</i>

Ejemplo productos semanales - 2015

Enero 2015**Abril 2015****Julio 2015****Octubre 2015****NSST
Promedio
semanal****HotSpots
(WHS)****Acumulación
de calor
12 semanas
(DHW)****Alerta satelital
de
blanqueamiento
(SBA)**



SATcoral | Conabio

Sistema satelital de alerta temprana de blanqueamiento de corales
Satellite-based early warning of coral bleaching system

SATcoral - Sistema satelital de alerta temprana de blanqueamiento de coral
Sistema de Información y Análisis de Ecosistemas Marinos de México - SIMAR

Reporte semanal No. 190-29-2018

Fecha de reporte: 2018-09-29

Semana 39

Año 2018

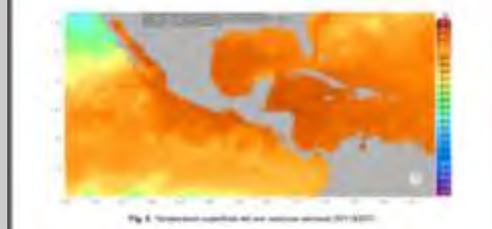
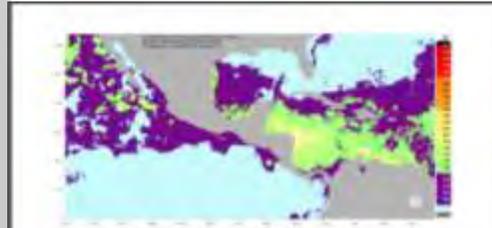
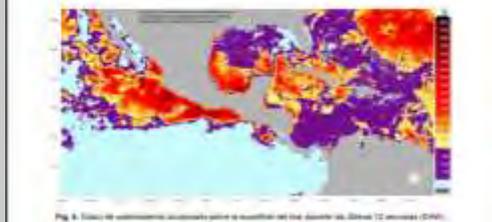
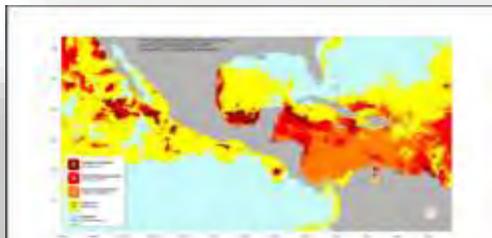
Región PN: Arrecife de Puerto Morelos; PN: Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc; RB: Caribe mexicano (Sección Centro Norte 2/5)

Fig. 1. R-SBA: Alerta satelital regional de blanqueamiento de corales

Resumen

La alerta satelital regional de blanqueamiento de corales (R-SBA) es un producto semanal (cada 7 días o semanas del año) basado en la estimación del estrés térmico acumulado en los corales durante las doce semanas previas, sobre la base de los valores de la alerta satelital de blanqueamiento de corales (SBA) a 1-km, para regiones predefinidas dentro de áreas naturales protegidas marinas de México. Para la región Golfo de México: PN: Arrecife de Puerto Morelos; PN: Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc; RB: Caribe mexicano (Sección Centro Norte 2/5) (Fig. 2), se reporta una alerta Nivel 5, según se define en la tabla 1 (Fig. 1).

Fig. 2. Ubicación de la zona de análisis para el R-SBA dentro de las áreas naturales protegidas marinas de México:



Este reporte semanal se emite de cada lunes y forma parte del sistema satelital de alerta temprana de blanqueamiento de corales (SATcoral | Conabio) a 1-km de resolución espacial, dentro del sistema de información y análisis de ecosistemas marinos de México (SIMAR | CONABIO) diseñado e implementado por la Subcoordinación de Monitoreo Marino de la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (Conabio), México.

Cada producto puede ser consultado en: SIMAR.CONABIO/Mexico/Mexico-Corales

Tabla 1. Niveles de alerta satelital de blanqueamiento de corales (SBA)

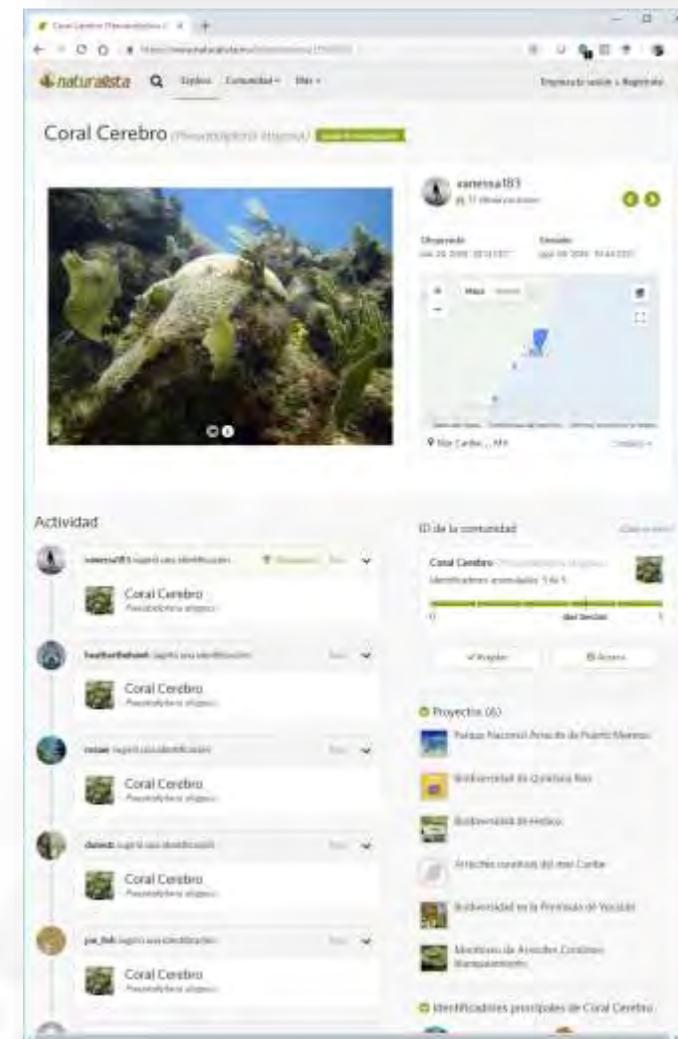
Nivel (valor)	Nivel de alerta (valor): Stress térmico (TS)	Definición con parámetros estadísticos (distribución normal estándar)	Efecto debido al estrés térmico (ET) en los corales	Palabra de alerta: RSB (R-SBA)
1	0.0000 - 0.0000	0.0000 - 0.0000	No se esperan efectos directos de blanqueamiento de corales por estrés térmico; (Stress térmico < 0.0000) (Stress térmico < 0.0000)	Alerta 1: No hay riesgo de blanqueamiento de corales
2	0.0000 - 0.0000	0.0000 - 0.0000	No se esperan efectos directos de blanqueamiento de corales por estrés térmico; (Stress térmico < 0.0000) (Stress térmico < 0.0000)	Alerta 2: No hay riesgo de blanqueamiento de corales
3	0.0000 - 0.0000	0.0000 - 0.0000	Se esperan efectos directos de blanqueamiento de corales por estrés térmico; (Stress térmico < 0.0000) (Stress térmico < 0.0000)	Alerta 3: No hay riesgo de blanqueamiento de corales
4	0.0000 - 0.0000	0.0000 - 0.0000	Se esperan efectos directos de blanqueamiento de corales por estrés térmico; (Stress térmico < 0.0000) (Stress térmico < 0.0000)	Alerta 4: No hay riesgo de blanqueamiento de corales
5	0.0000 - 0.0000	0.0000 - 0.0000	Se esperan efectos directos de blanqueamiento de corales por estrés térmico; (Stress térmico < 0.0000) (Stress térmico < 0.0000)	Alerta 5: No hay riesgo de blanqueamiento de corales

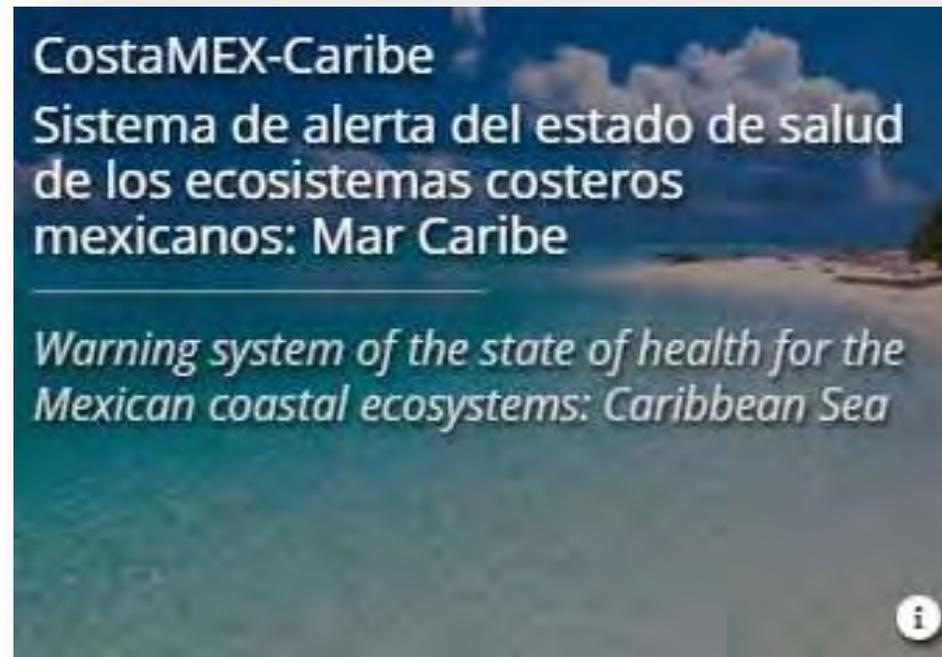
Producido por: Monitoreo Marino | Conabio
 Plataforma web: SIMAR | SATcoral | simar.conabio.gob.mx
 Liga Perifoneo Inauguración Sur AMM, Parque del Pedregal, 14010, Tlalpam, Q.Roo.
simar@conabio.gob.mx +52 99 999 9999



Proyecto Monitoreo de Arrecifes Coralinos: blanqueamiento y enfermedades

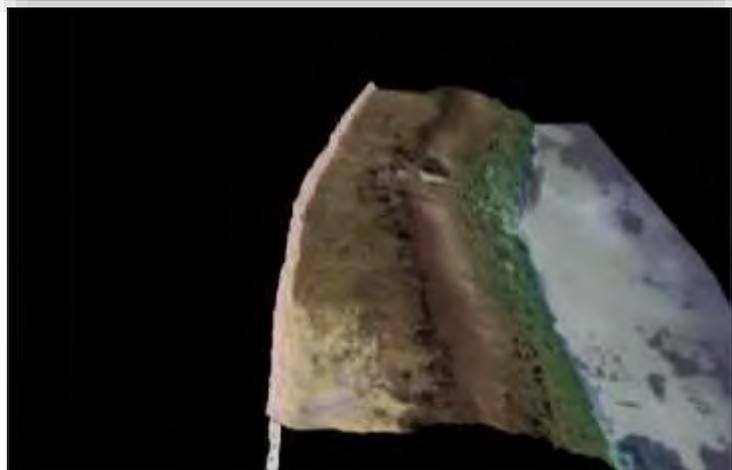
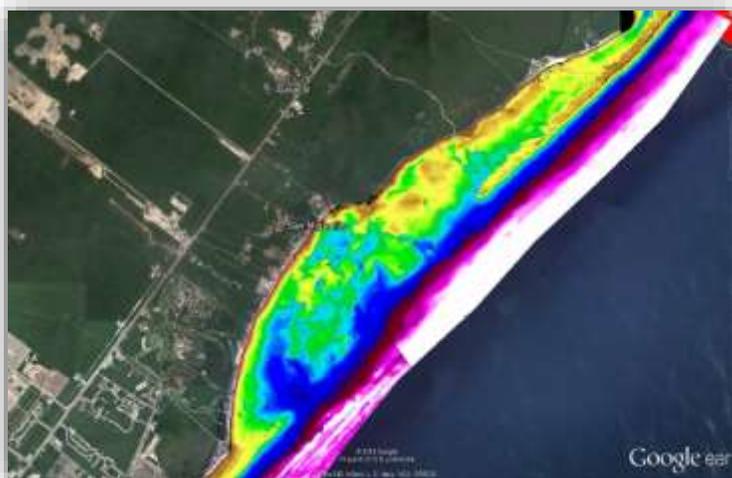
Este proyecto forma parte del SATcoral | CONABIO, siendo el componente que recopilará la información obtenida por voluntarios y que servirá para calibración y validación.





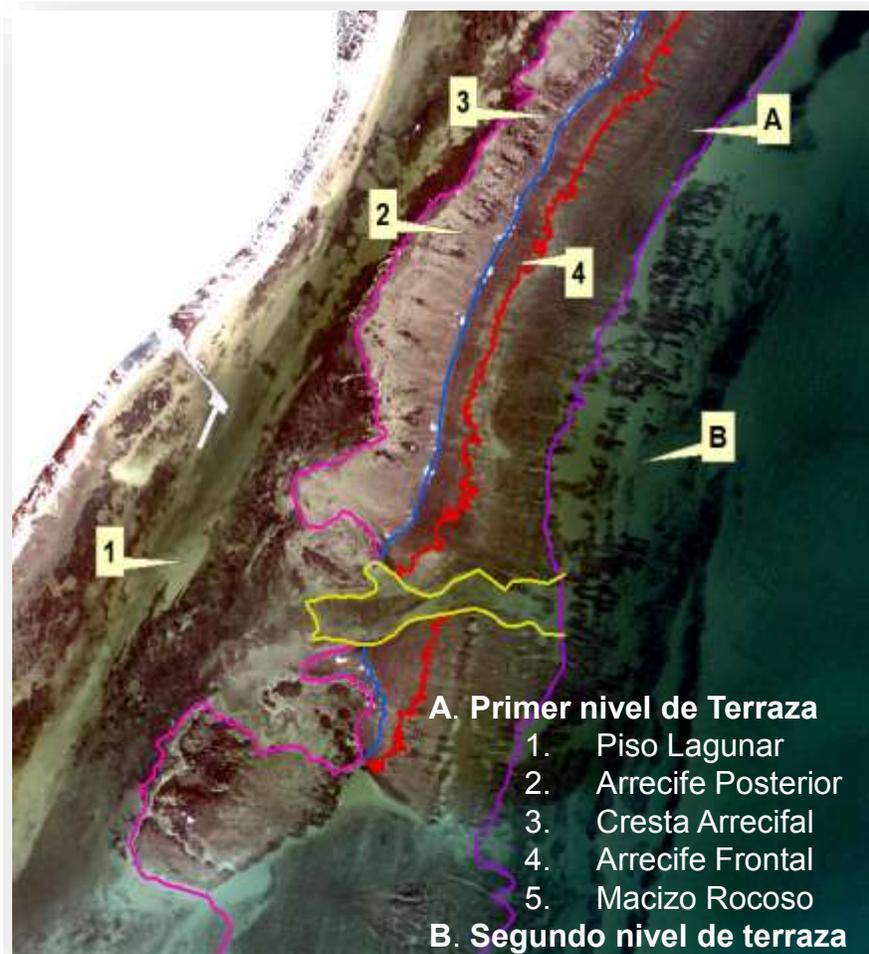
Sistemas en desarrollo y en fase de implementación en SIMAR (para el primer semestre del 2020)

Batimetría satelital



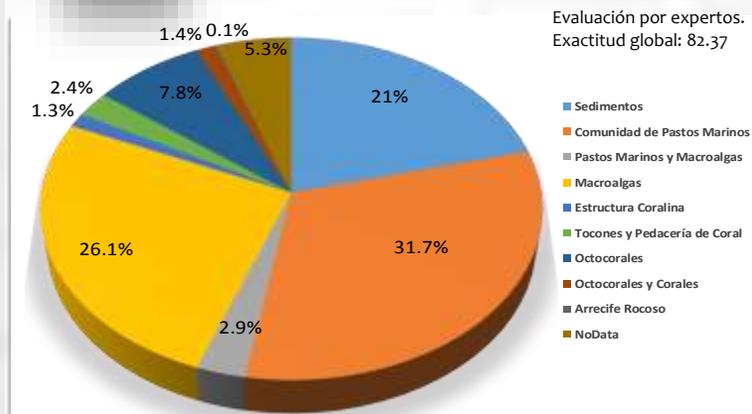
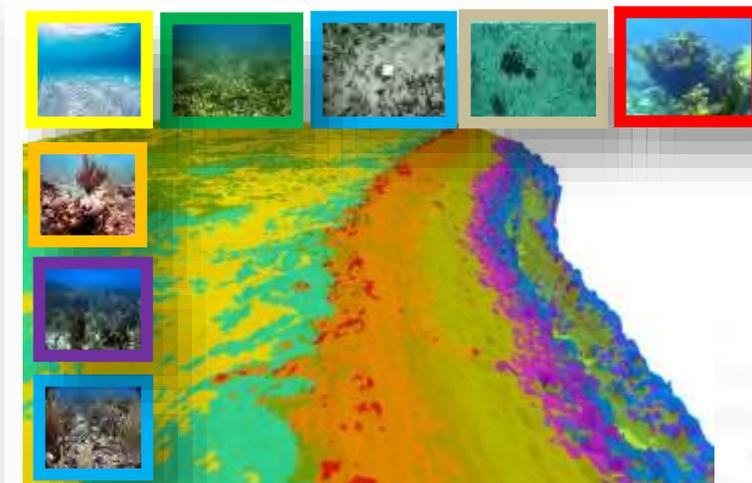
Cerdeira-Estrada, S., R. Martell-Dubois, T. Heege, L.O. Rosique-De La Cruz, P. Blanchon, S. Ohlendorf, A. Müller, R. Silva-Casarín, I.J. Mariño-Tapia, M.I. Martínez-Clorio, L. Carillo, M.I. Cruz-López, R. Ressler. 2018. Batimetría del Ecosistema Arrecifal Coralino del Caribe Mexicano: Cabo Catoche - Xcalak. Escala: 1:8,000. Edición: 1. CONABIO, EOMAP, UNAM, CINVESTAV, ECOSUR. México. [http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/biodiv/bidarrecif/batimgw; <http://www.biodiversidad.gob.mx/mares>].

Relieve Submarino



Cerdeira-Estrada, S., L.O. Rosique-De La Cruz, P. Blanchon, A. Uribe-Martínez, R. Martell-Dubois, M.I. Martínez-Clorio, M.I. Cruz-López, R. Ressler. 2018. Relieve Submarino del Ecosistema Arrecifal Coralino del Caribe Mexicano: Cabo Catoche - Xcalak. Escala: 1:8,000. Edición: 1. CONABIO, UNAM. México. [http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/biodiv/bidarrecif/relievegw; <http://www.biodiversidad.gob.mx/mares>].

Cobertura bentónica



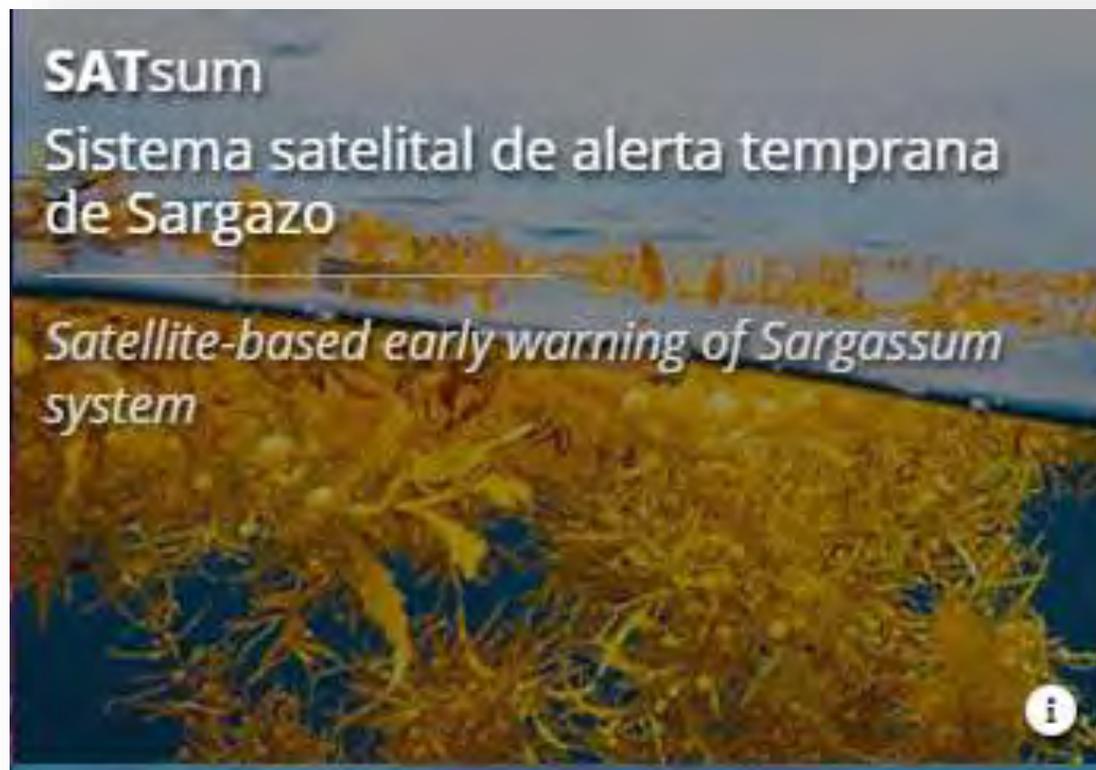
Cobertura bentónica por clases

Cerdeira-Estrada, S., M.I. Martínez-Clorio, L.O. Rosique-De La Cruz, M. Kolb, A.M. Gonzales-Posada, A. Uribe-Martínez, R. Martell-Dubois, J.R. Garza-Pérez, L. Alvarez-Filip, M.I. Cruz-López, R. Ressler. 2018. Cobertura Bentónica del Ecosistema Arrecifal Coralino del Caribe Mexicano: Cabo Catoche - Xcalak. Escala: 1:8,000. Edición: 2. CONABIO, UNAM. México. [http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/biodiv/bidarrecif/coberturagw; <http://www.biodiversidad.gob.mx/mares>].

Programa de monitoreo de la biodiversidad marina en áreas naturales protegidas del Caribe mexicano

CostaMEX-Caribe integrará además los datos in-situ que se recaben de la implementación de un nuevo programa de monitoreo de la biodiversidad marina en áreas marinas protegidas del Caribe mexicano diseñado por la CONABIO en colaboración con la CONANP, la academia y la sociedad civil, sobre la base de protocolos de monitoreo en cinco objetos de conservación (corales, pastizales marinos, manglares, tortugas marinas, rayas y tiburones).

Como producto complementario se espera desarrollar un **índice de la condición de dichos ecosistemas**, basado en niveles colorimétricos, junto a un reporte.



Sistema en desarrollo y en fase de implementación en SIMAR

System in development and in the implementation phase in SIMAR

Estimación de la cobertura (extensión y distribución) de Sargazo pelágico flotante detectado por satélite de la región del Gran Caribe (1-km)

Estimation of the coverage (extension and distribution) of floating pelagic Sargassus detected by satellite of the Wider Caribbean region (1-km)

Índice Alternativo de Algas Flotantes diario - Aqua / MODIS
Daily Alternative Floating Algae Index - Aqua/MODIS (AFAI-Aqua)
 (CONABIO-USF, L3 Mapped, 1-km, 1jul2002-realtime, [mW cm⁻² μm⁻¹ sr⁻¹])

Índice Alternativo de Algas Flotantes diario - Terra / MODIS
Daily Alternative Floating Algae Index - Terra/MODIS (AFAI-Terra)
 (CONABIO-USF, L3 Mapped, 1-km, 1jul2002-realtime, [mW cm⁻² μm⁻¹ sr⁻¹])

Cobertura de sargazo flotante diaria basado en AFAI - Aqua/MODIS
Daily Floating Sargassum Coverage based on AFAI - Aqua/MODIS (DSC-Aqua)
 (1-km, L3 Mapped, 1jul2002-realtime)

Cobertura de sargazo flotante diaria basado en AFAI - Terra/MODIS
Daily Floating Sargassum Coverage based on AFAI - Terra/MODIS (DSC-Terra)
 (1-km, L3 Mapped, 1jul2002-realtime)

Índice de abundancia relativa de sargazo flotante diario basado en AFAI - Aqua/MODIS
Daily Index of Relative Floating Sargassum Abundance based on AFAI - Aqua/MODIS
 (1-km, L3 Mapped, 1jul2002-realtime)

Índice de abundancia relativa de sargazo flotante diario basado en AFAI - Terra/MODIS
Daily Index of Relative Floating Sargassum Abundance based on AFAI - Terra/MODIS
 (1-km, L3 Mapped, 1jul2002-realtime)

Índice Alternativo de Algas Flotantes diario – Aqua/Terra - MODIS

Daily Alternative Floating Algae Index – Aqua/Terra - MODIS (AFAI)

(1-km, L3 Mapped, 1jul2002-realtime, [mW cm⁻² μm⁻¹ sr⁻¹])

El AFAI es un índice para detectar Sargassum, macroalgas verdes y cianobacterias.

Se calcula, según Wang y Hu (2016), utilizando las reflectancias de Rayleigh de tres bandas espectrales para cada pase diurno del satélite

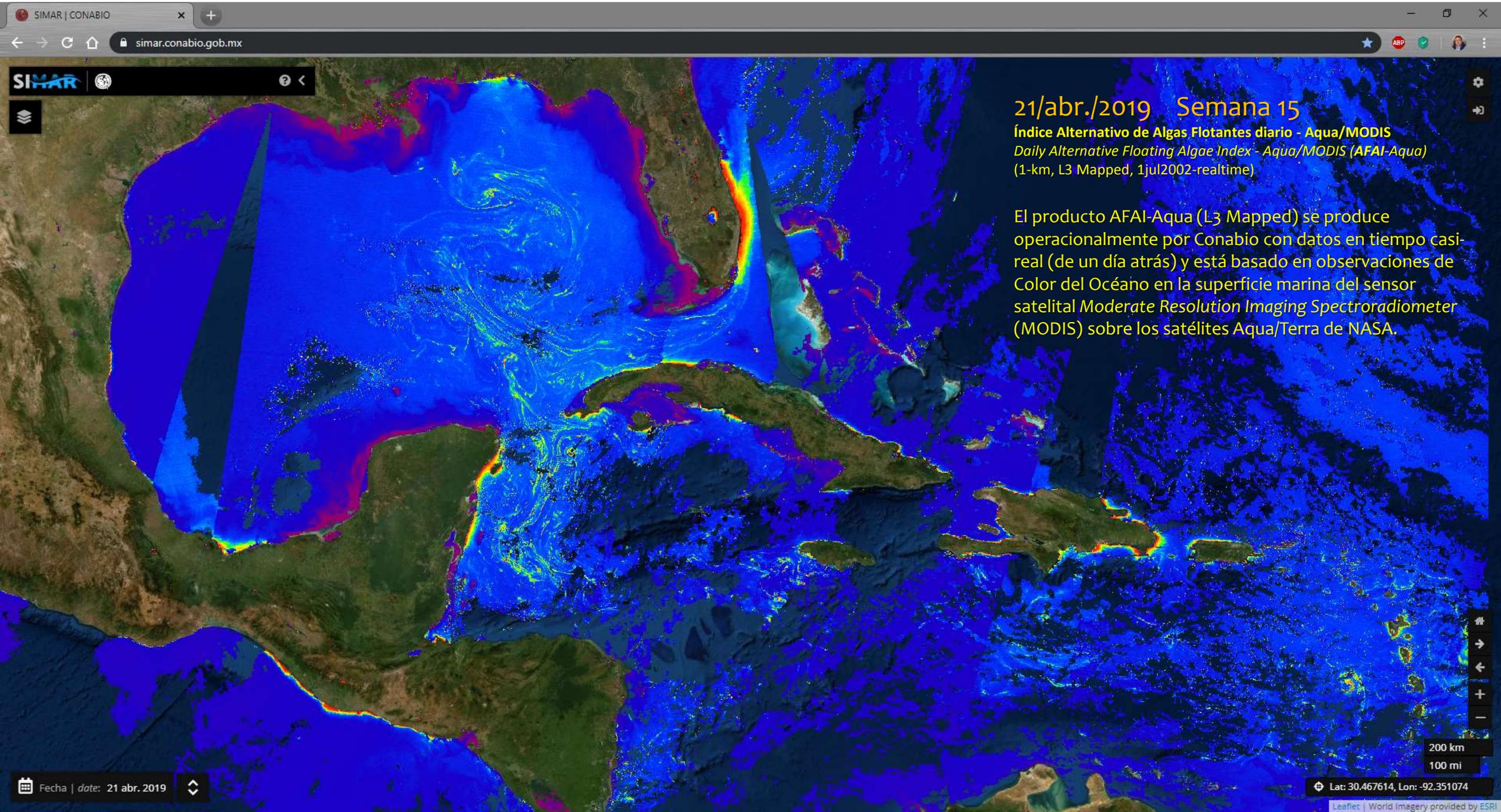
λ_{RED} Longitud de onda **667 nm** en la banda roja (RED) del MODIS

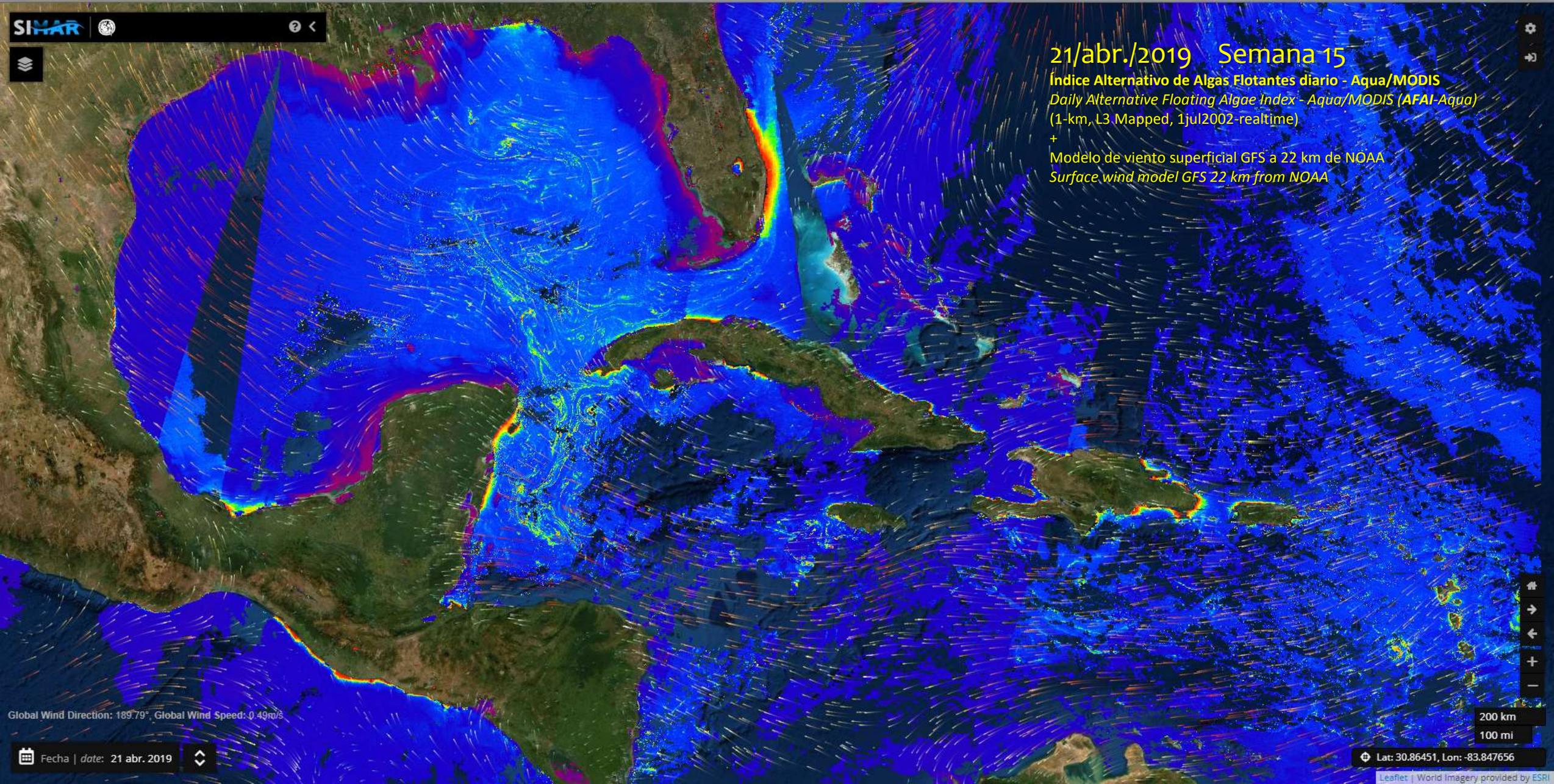
λ_{NIR} Longitud de onda **748 nm** en la banda infrarroja cercano (NIR) del MODIS

λ_{SWIR} Longitud de onda **869 nm** en la banda infrarroja de onda corta (SWIR) del MODIS

R_{rcRED} ; R_{rcNIR} ; R_{rcSWIR} Reflectancias de Rayleigh para las longitudes de onda RED, NIR y SWIR, estimada mediante el algoritmo 6S (Vermote et al., 1997)

Wang, M., and C. Hu (2016). Mapping and quantifying Sargassum distribution and coverage in the Central West Atlantic using MODIS observations. Remote Sens. Environ., 183:356-367. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2016.04.019>





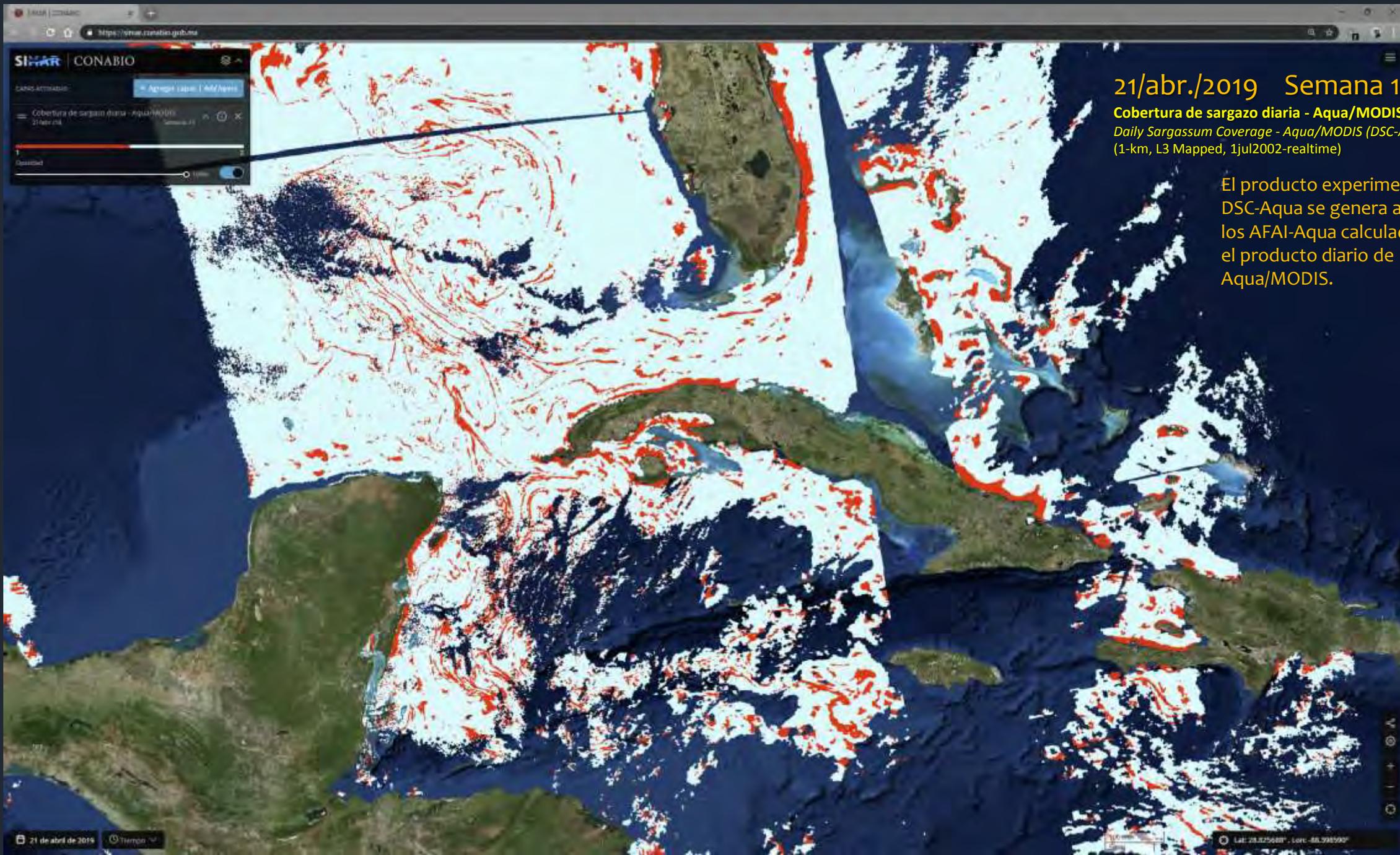
21/abr./2019 Semana 15
Índice Alternativo de Algas Flotantes diario - Aqua/MODIS
Daily Alternative Floating Algae Index - Aqua/MODIS (AFAI-Aqua)
(1-km, L3 Mapped, 1jul2002-realtime)
+
Modelo de viento superficial GFS a 22 km de NOAA
Surface wind model GFS 22 km from NOAA

Global Wind Direction: 189.79° Global Wind Speed: 0.49m/s

Fecha | date: 21 abr. 2019

Lat: 30.86451, Lon: -83.847656

200 km
100 mi





Estimación de la cobertura (extensión y distribución) de Sargazo pelágico flotante detectado por satélite en la zona económica exclusiva de México y acumulado en la zona costera (20 m)

Estimation of the coverage (extension and distribution) of floating pelagic Sargassum detected by satellite in the exclusive economic zone of Mexico and accumulated in the coastal zone (20 m)

<p>Índice Alternativo de Algas Flotantes diario - Copernicus / Sentinel-2A MSI <i>Daily Alternative Floating Algae Index - Copernicus / Sentinel-2A MSI (AFAI-S2A-MSI)</i> (CONABIO-USF, 20-m, Jul2015-realtime, [mW cm⁻² μm⁻¹ sr⁻¹])</p>
<p>Índice Alternativo de Algas Flotantes diario - Copernicus / Sentinel-2B MSI <i>Daily Alternative Floating Algae Index - Copernicus / Sentinel-2B MSI (AFAI-S2B-MSI)</i> (CONABIO-USF, 20-m, Jul2015-realtime, [mW cm⁻² μm⁻¹ sr⁻¹])</p>
<p>Índice normalizado de algas flotantes diario - Copernicus / Sentinel-2A MSI <i>Daily Normalized Floating Algae Index - Copernicus / Sentinel-2A MSI (NFAI-S2A-MSI)</i> (CONABIO, 20-m, Jul2015-realtime, [mW cm⁻² μm⁻¹ sr⁻¹])</p>
<p>Índice normalizado de algas flotantes diario - Copernicus / Sentinel-2B MSI <i>Daily Normalized Floating Algae Index - Copernicus / Sentinel-2B MSI (NFAI-S2B-MSI)</i> (CONABIO, 20-m, Jul2015-realtime, [mW cm⁻² μm⁻¹ sr⁻¹])</p>
<p>Cobertura de sargazo flotante diario basado en Machine Learning - Copernicus / Sentinel-2A MSI <i>Daily Floating Sargassum Coverage based on Machine Learning [ASI: Aquae Satus Invenio] - Copernicus / Sentinel-2A MSI (ASI-S2A-MSI)</i> (CONABIO-INECC-OceanHackathonMEX1, 20-m, Jul2015-realtime, [mW cm⁻² μm⁻¹ sr⁻¹])</p>
<p>Cobertura de sargazo flotante diario basado en Machine Learning - Copernicus / Sentinel-2B MSI <i>Daily Floating Sargassum Coverage based on Machine Learning [ASI: Aquae Satus Invenio] - Copernicus / Sentinel-2B MSI (ASI-S2B-MSI)</i> (CONABIO-INECC-OceanHackathonMEX1, 20-m, Jul2015-realtime, [mW cm⁻² μm⁻¹ sr⁻¹])</p>
<p>Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) diario - Copernicus / Sentinel-2A MSI <i>Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) - Copernicus / Sentinel-2A MSI (NDVI-S2A-MSI)</i> (CONABIO, 20-m, Jul2015-realtime, [-1 to 1])</p>
<p>Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) diario - Copernicus / Sentinel-2B MSI <i>Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) - Copernicus / Sentinel-2B MSI (NDVI-S2B-MSI)</i> (CONABIO, 20-m, Jul2015-realtime, [-1 to 1])</p>



Cobertura de sargazo flotante diario basado en Machine Learning - Copernicus / Sentinel-2A MSI

Daily Floating Sargassum Coverage based on Machine Learning [ASI: *Aquae Satus Invenio*] - Copernicus / Sentinel-2A MSI (ASI-S2A-MSI)
(CONABIO-INECC-OceanHackathonMEX1, 20-m, Jul2015-realtime)

Primer lugar - Ocean Hackathon México 2019

Reto MEX1 - Algoritmo para la detección satelital de sargazo, un desafío de CONABIO e INECC

Celebrado en la Casa de Francia, del 11 al 13 de octubre del 2019



Nueve integrantes al reto MEX1 desarrollaron un nuevo algoritmo, denominado *Aquae Satus Invenio* (ASI), que mejora la detección satelital de sargazo pelágico flotante en la superficie marina a partir de imágenes Sentinel 2A/2B (20 m) de la ESA, el cual emplea técnicas de *Machine Learning* para clasificar automáticamente píxeles individuales que identifican el sargazo muy diferente a las técnicas actuales.

El reto se presentará en el concurso final a celebrarse en Brest, Francia, el 12 de diciembre de 2019
Actualmente el algoritmo ASI se está integrando al [SATsum](#)

En desarrollo | Developing

- **Estimación de la cobertura (extensión y distribución) de Sargazo pelágico flotante detectado por satélite al occidente del Mar Caribe y acumulado en la zona costera (300 m) | Estimation of the coverage (extension and distribution) of floating pelagic Sargassum detected by satellite to the west of the Caribbean Sea and accumulated in the coastal zone (300 m)**
- **Estimación de la cobertura (extensión y distribución) de Sargazo pelágico flotante detectado por satélite de la región del Gran Caribe (2-km) | Estimation of the coverage (extension and distribution) of floating pelagic Sargassum detected by satellite of the Wider Caribbean region (2-km)**
- **Alerta satelital local (nivel/semáforo) de sargazo acumulado en la zona costera asociado al nivel de impacto (20 - 300 m) | Local satellite alert (level / traffic light) of accumulated sargassum in the coastal zone associated with the level of impact (20 - 300 m)**
- **Alerta satelital local (nivel/semáforo) de probabilidad de existencia de condiciones ambientales para arribo de sargazo sobre la zona costera (usando modelos) | Local satellite alert (level / traffic light) of the probability of the existence of environmental conditions for the arrival of sargassum over the coastal zone (using models)**
- **Pronóstico de la distribución y estimación de la trayectoria de desplazamiento del sargazo pelágico flotante, basado en modelos numéricos a escala regional y local. | Distribution forecast and estimation of the displacement trajectory of the floating pelagic Sargassum, based on numerical models at regional and local scale.**

The screenshot shows the 'Monitores de sargazo pelágico' page on the Naturalista platform. It features a main banner with the title 'Monitoreo de sargazo pelágico en el Atlántico mexicano' and a sub-header 'ARADE OBSERVACIONES'. Below the banner, there are statistics: 'Totales 143 Observaciones', '4 Especies', and '41 Gente'. A map of the Gulf of Mexico shows observation locations in states like Yucatán, Quintana Roo, and Campeche. A sidebar on the right offers options like 'Añadir de tus observaciones' and 'Encuentra observaciones interesantes'.

Tabla 1. Nivel de acumulación de sargazo en playas (junto a fotos representativas), asociado al nivel de impacto ecológico-salud-socio-económico, basado en observación in-situ.

#	Nivel de acumulación	Descripción del nivel de acumulación	Fotos representativas al nivel de acumulación	Nivel de impacto	Descripción del nivel de impacto
1	Sin o muy poco sargazo	Sin o muy poco sargazo sobre la arena en playas.		Sin impacto	Sin impacto ecológico en la arena (tortugas y erosión de la playa), el mar (corales, pastos marinos, peces, sustrato, organismos bentónicos y calidad del agua), socioeconómico (turismo y pesca) y de salud.
2	Baja acumulación	Baja acumulación de sargazo sobre la arena en playas, no se observan cambios en el color del agua del mar.		Bajo impacto	Bajo impacto ecológico en la arena (tortugas y erosión de la playa) y sin impacto en el mar (corales, pastos marinos, peces, sustrato, organismos bentónicos y calidad del agua). Sin impacto socio-económico (turismo y pesca) y de salud.
3	Moderada acumulación	Arribazón moderada de sargazo que provoca una acumulación moderada sobre la arena en la playa. El agua se torna ligeramente de color café.		Impacto moderado	Impacto ecológico moderado en la arena (tortugas y erosión de la playa) y el mar (corales, pastos marinos, peces, sustrato, organismos bentónicos y calidad del agua). Impacto moderado socio-económico (turismo y pesca) y de salud.
4	Alta acumulación	Arribazón excesiva de sargazo que provoca una alta o masiva acumulación sobre la arena en la playa (formando montículos en la orilla del mar) y flotando en el mar. El agua se torna color café (marca café). Se genera mal olor por la descomposición del sargazo.		Alto impacto	Alto impacto ecológico en la arena (tortugas y erosión de la playa) y el mar (corales, pastos marinos, peces, sustrato, organismos bentónicos y calidad del agua). Se reduce el paso de luz en el agua y del pH. Hay anoxia. Alto impacto socio-económico (turismo y pesca) y de salud.
5	Muy alta acumulación	Arribazón extremadamente excesiva de sargazo que provoca una muy alta o extrema acumulación de gran extensión sobre la arena en playas (formando una barrera de montículos mayor a medio metro de altura) y flotando en el mar. El agua se torna color café sobre una gran extensión marina (marca café). Se genera muy mal olor por la descomposición de grandes cantidades de sargazo.		Muy alto impacto	Muy alto impacto ecológico en la arena (tortugas y erosión de la playa) y el mar (corales, pastos marinos, peces, sustrato, organismos bentónicos y calidad del agua). Se reduce significativamente el paso de luz en el agua y del pH. Hay anoxia. Muy alto impacto socio-económico (turismo y pesca) y de salud.



SIMAR

Sistema de información y análisis marino-costero

Marine-Coastal Information and Analysis System

<https://simar.conabio.gob.mx>

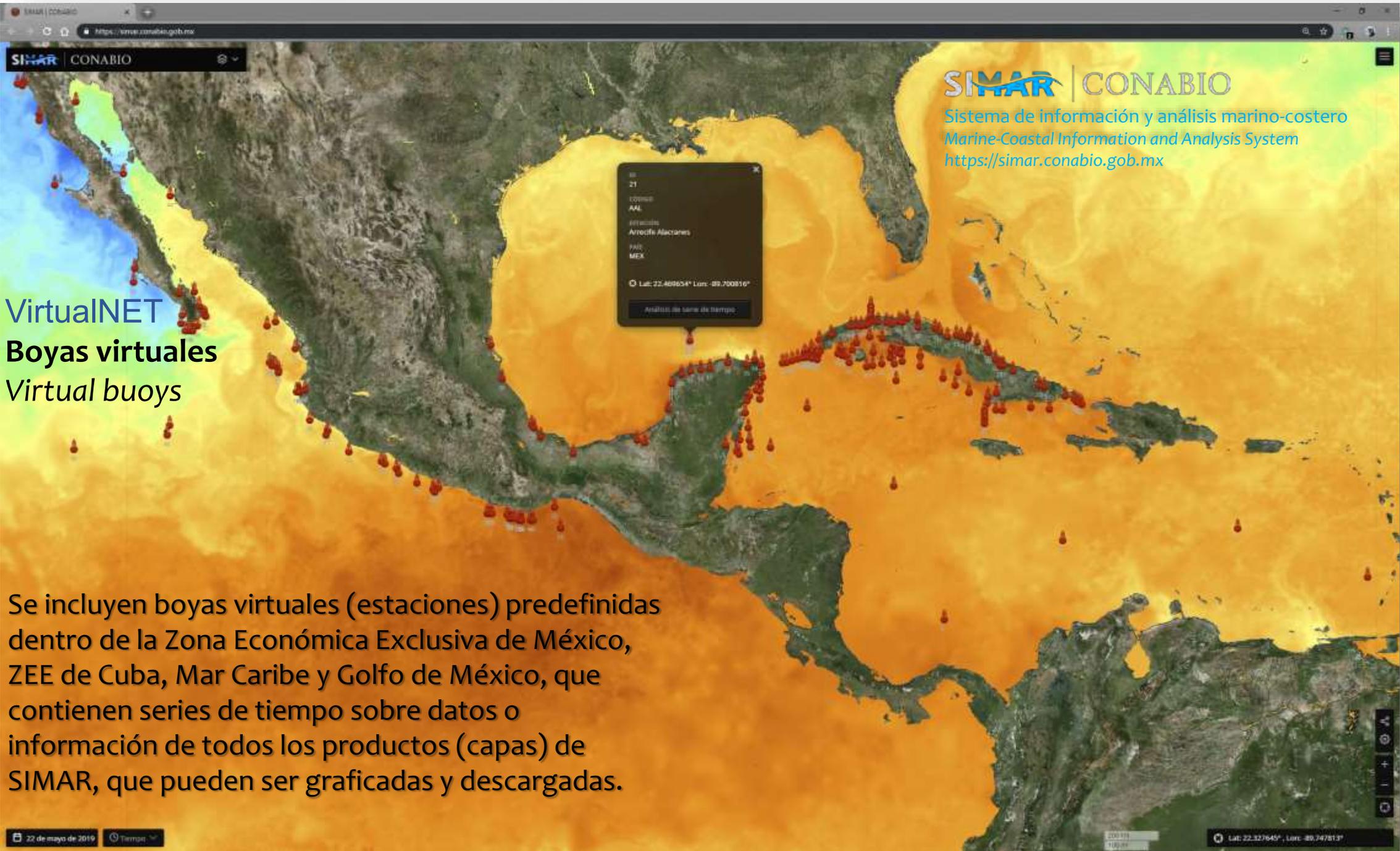


**HERRAMIENTA PARA DESCARGA,
GEOVISUALIZACIÓN Y ANÁLISIS**

Tools for download, geovisualization and analysis

**Red de boyas virtuales para el monitoreo
oceánico (VirtualNET)**

Virtual buoy network for ocean monitoring



VirtualNET
Boyas virtuales
Virtual buoys

Se incluyen boyas virtuales (estaciones) predefinidas dentro de la Zona Económica Exclusiva de México, ZEE de Cuba, Mar Caribe y Golfo de México, que contienen series de tiempo sobre datos o información de todos los productos (capas) de SIMAR, que pueden ser graficadas y descargadas.

Arrecife Alacranes, Yucatán, México

Temp. del mar satelital diaria nocturna

Boyas virtuales (VirtualNET)

Virtual buoys

Series de tiempo de datos satelitales
1 ene. 1985 al 21 oct. 2019

Análisis de serie de tiempo | Time series analysis

ID: 21,
Boya | buoy: Arrecife Alacranes,
Código | code: AAL,
Descripción | description: AAL: Arrecife Alacranes
Lat: 22.469654 Lon: -89.700816



Leaflet

Fecha inicio | Date ini

Fecha fin | Date end

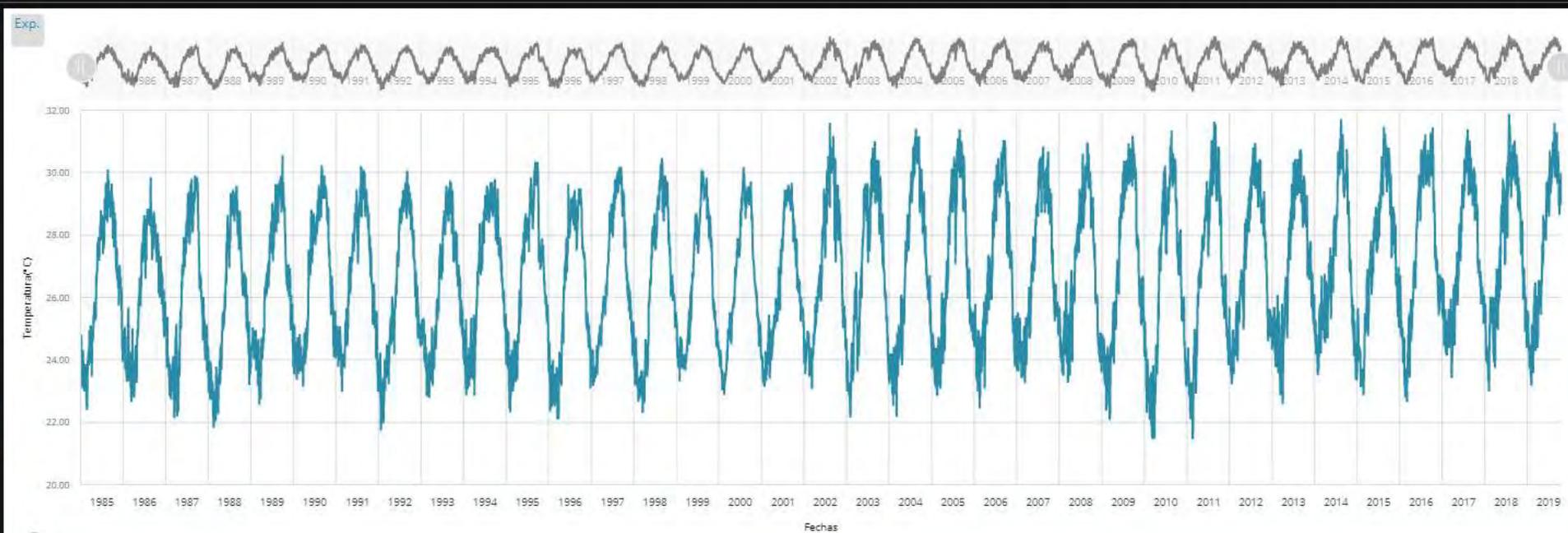
1985-01-01

2019-10-21

Capa | layer

Temperatura superficial del mar nocturna diaria

Generar gráfico | Create graphic

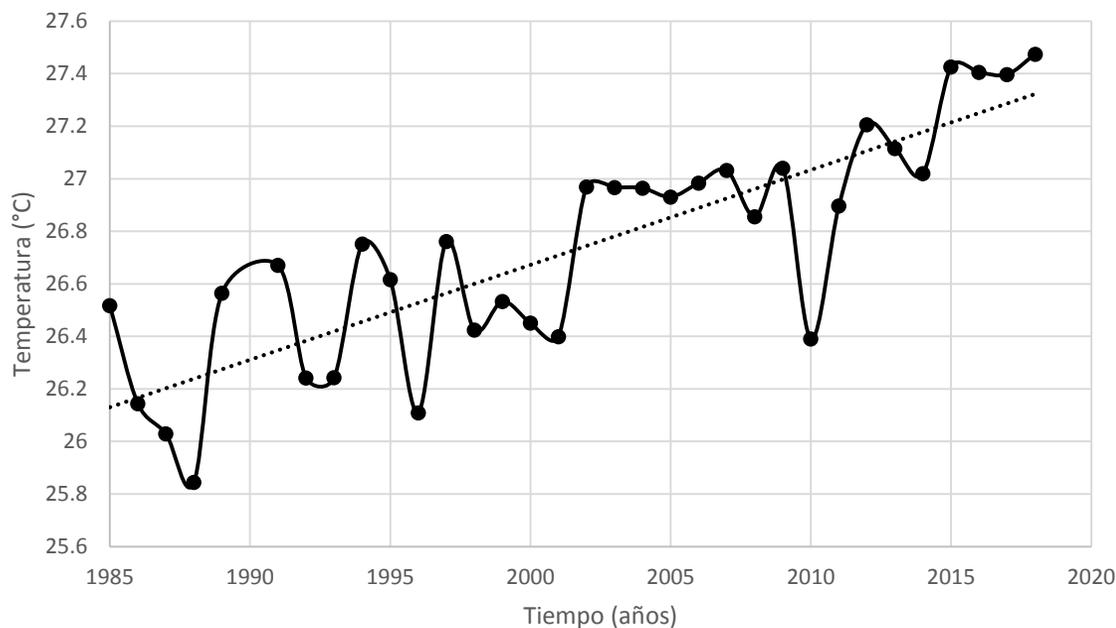


50 km

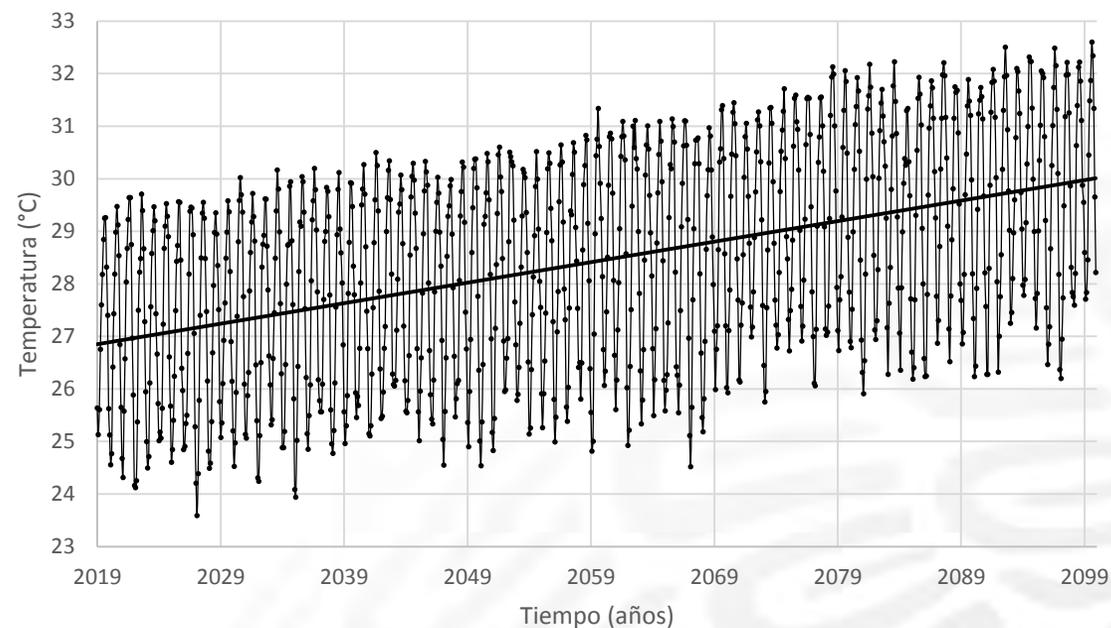
30 mi

Lat: 22.857195, Lon: -85.435181

Temperatura promedio anual Arrecife Alacranes
 (Golfo de México, 1985-2018)
 Tendencia 0.036°C/año
 Incremento neto de temperatura 1.22°C



Temperatura modelada para escenario 8.5 IPCC (Alacranes)
 (Golfo de México, 2019-2100)
 Tendencia 0.039°C/año.
 Incremento neto de temperatura 3.12°C



1. Arrecife Alacranes (en el Golfo de México) muestra una tendencia de 0.036°C/año, con un incremento neto de temperatura 1.22°C (1985-2018); mientras que la temperatura modelada para el escenario RCP 8.5 muestra una tendencia 0.039°C/año, con un incremento neto de temperatura 3.12°C (2019-2100).

CONCLUSIONES

SIMAR es un desarrollo que permite consolidar redes de monitoreo marino y sistemas de información marino-costera nacionales y mundiales existentes relacionados con biodiversidad marina e impulsar, como política de CONABIO, un intercambio de datos abiertos de información marino-costera, es decir, de uso público y sin restricciones.

Los sistemas de alerta que proporciona SIMAR son fundamentales en el desarrollo de estrategias nacionales, regionales y locales encaminadas a la conservación y restauración de ecosistemas marinos-costeros.

CONCLUSIONES

El desarrollo de SIMAR constituye una herramienta de apoyo para las siguientes iniciativas internacionales:

- **Red de Observación de la Biodiversidad Marina (Marine Biodiversity Observation Network, MBON)**, para documentar los cambios que ocurren en la biodiversidad marina a lo largo de las costas de las Américas (Polo a Polo, desde el Ártico hasta la Patagonia y la Antártida)
- **Red Antares – ChloroGIN**, al integrar series de mediciones in-situ y satelitales para la detección de los cambios a largo plazo sobre los ecosistemas marinos de América.
- **Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas, particularmente el SDG14 - Vida debajo del mar**, para conservar y utilizar de forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible.
- **Metas de Aichi (Meta 10 - eje 1. conocimiento)**, para reducir al mínimo las múltiples presiones antropogénicas sobre los arrecifes de coral y otros ecosistemas vulnerables afectados por el cambio climático o la acidificación de los océanos, a fin de mantener su integridad y funcionamiento.
- **Convenio de Cartagena** o Convenio para la Protección y el Desarrollo del Medio Marino en la Región del Gran Caribe (WCR), para la protección del Mar Caribe, respaldado por 3 protocolos: derrames de hidrocarburos, áreas especialmente protegidas y vida silvestre y contaminación marina basada en fuentes terrestres.

Dr. Eduardo Santamaría del Ángel

Facultad de Ciencias Marinas
Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, México

Dr. Héctor Reyes Bonilla

Departamento de Biología Marina
Universidad Autónoma de Baja California Sur, UABCS, La Paz, México

Dr. Jorge Zavala-Hidalgo

Director del SMN-Conagua
Investigador del Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM, México

Dr. Frank E. Muller-Karger

Institute for Marine Remote Sensing
College of Marine Science, University of South Florida, U.S.A.

Dr. Ismael Mariño-Tapia

Departamento de Recursos del Mar
IPN, CINVESTAV, Mérida, México

Dr. Lorenzo Álvarez Filip

Unidad Académica de Sistemas Arrecifales, UASA
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, ICMYL
UNAM, Puerto Morelos, México

Dr. Chuanmin Hu

Optical Oceanography Laboratory
College of Marine Science, University of South Florida, U.S.A.

Dr. Edgar Gerardo Mendoza Baldwin

Instituto de Ingeniería, UNAM, México
CeMIE-Océano

Dr. Joaquín Rodrigo Garza-Pérez

Facultad de Ciencias, UNAM, Sisal, Yucatán, México

Dra. Ana Inés Dogliotti

Instituto de Astronomía y Física del Espacio, IAFE
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, CONICET, Argentina

Dr. Rodolfo Silva-Casarín

Instituto de Ingeniería, UNAM, México
Facultad de Ingeniería, UNAM, México
CeMIE-Océano

Dr. Víctor Velasco Herrera

Instituto de Geofísica
Universidad Nacional Autónoma de México

Dr. Milton Kampel

Laboratório Multiusuário de Monitoramento Oceânico por Satélite - MOceanS
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE, Sao Paulo, Brasil

Dra. Graciela Velasco Herrera

Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología
Universidad Nacional Autónoma de México



**GRACIAS !
THANK YOU !
MERCI !**

Inteligencia para la toma de decisiones

Intelligence for decision-making

Intelligence pour la prise de décision



Dr. S. Cerdeira-Estrada
scerdeira@conabio.gob.mx

